

Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) del Comune di Bolzano

Autori:

Dott. Geol. Emanuele Sascor - Energy Manager, Direttore Ufficio Geologia, Protezione civile ed Energia

Dott. Ing. Francesca Roberti - Ufficio Geologia, Protezione civile ed Energia

Indice

1. Breve descrizione della città di Bolzano	4
2. Analisi del clima	6
2.1 Temperature passate, presenti e future	6
2.2 Precipitazioni	8
3. Identificazione dei fenomeni avvenuti negli ultimi anni riconducibili ai cambiamenti climatici	10
3.1 Isole di calore (Urban Heat Island) nel territorio comunale	10
3.2 Inondazioni, allagamenti e frane	11
3.3 Siccità	12
4. Analisi dei rischi dei fenomeni legati ai cambiamenti climatici	13
5. Analisi della vulnerabilità della città ai fenomeni legati ai cambiamenti climatici	15
6. Identificazione delle aree di priorità di intervento e delle strategie per ridurre le incertezze nella previsione degli effetti dei cambiamenti climatici	17
6.1 Identificazione delle aree di priorità di intervento	17
6.2 Strategie per ridurre le incertezze nella previsione degli effetti dei cambiamenti climatici	17
7. Azioni di mitigazione e adattamento	18
7.1 Analisi preliminari alla definizione degli obiettivi	18
7.2 Metodologia seguita per la definizione delle azioni di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici	18
7.3 Definizione degli obiettivi	19
7.4 Definizione e descrizione delle azioni	19
7.4.1 Azioni di intervento sul verde urbano	20
7.4.2 Riduzione dei consumi energetici	24
7.4.3 Riduzione delle emissioni nel settore del trasporto pubblico e privato	27
Adozione del Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (PUMS) - M1	27
7.4.4 Interventi su infrastrutture	33
7.4.5 Piani preventivi per la riduzione dei rischi	33
7.4.6. Azioni generali di informazione e sensibilizzazione della popolazione	35
8. Tabelle riassuntive delle azioni di riduzione delle emissioni di CO ₂	37
9. Raccolta delle schede di ogni azione	38
Bibliografia	46

Introduzione

Il Comune di Bolzano ha sottoscritto nel 2010 il Patto dei Sindaci, impegnandosi a ridurre le emissioni di CO₂ del 20,4% entro il 2020. L'impegno è stato rinnovato nel 2017, quando il Comune ha aderito al nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, che richiede ai Comuni di ridurre le emissioni di almeno il 40% entro il 2030. Con questa nuova adesione, il Comune di Bolzano dichiara di voler ridurre del 40,65% le 520.715 tonnellate di CO₂ emesse nell'anno 2010, arrivando ad un totale di emissioni pari a 309.046 tonnellate annue nel 2030.

Sottoscrivendo l'adesione al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, il Comune di Bolzano si è impegnato inoltre a elaborare una strategia di adattamento ai cambiamenti climatici, ormai sempre più evidenti anche a livello locale.

Il presente documento costituisce il nuovo PAESC (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima) elaborato seguendo le indicazioni contenute nelle linee guida "How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)" [0] e nel documento "Planning for adaptation to Climate change - Guidelines for municipalities" [1]. Il piano è suddiviso in due parti principali. Nella prima parte (cap.1-6) viene inquadrata la morfologia della città, vengono descritti i cambiamenti climatici locali con i fenomeni ad essi collegati, viene riportata l'analisi dei rischi e della vulnerabilità del territorio comunale e vengono identificate le aree di priorità di intervento. La descrizione della città (cap.1) rimane molto generale per non ripetere quanto già presentato nel PAES. L'analisi del clima (cap.2) riporta gli andamenti delle temperature negli anni passati e riassume i risultati contenuti nelle principali pubblicazioni di enti locali sulla previsione delle temperature e delle precipitazioni future. I fenomeni legati ai cambiamenti climatici (cap.3) sono stati identificati analizzando i principali accadimenti degli ultimi anni per quanto riguarda ondate di calore, inondazioni e allagamenti, frane e siccità. All'identificazione dei fenomeni è seguita l'analisi dei rischi ad essi associati (cap.4). Questa è stata condotta combinando la probabilità di aumento della frequenza dell'evento climatico scatenante il fenomeno e l'entità del danno ad esso associato. Una volta valutati i rischi, è stata effettuata l'analisi della vulnerabilità della città ai fenomeni legati ai cambiamenti climatici (cap.5). La vulnerabilità è stata valutata considerando l'esposizione della città ai fenomeni climatici, la sua sensibilità e la sua capacità di adattamento. In seguito all'analisi dei rischi e della vulnerabilità è stato possibile identificare le aree di priorità di intervento, sulle quali concentrare le azioni di mitigazione ed adattamento (cap.6).

Nella seconda parte del documento (cap.7-9) vengono definite le azioni da intraprendere per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Nel cap.7 viene presentata la metodologia utilizzata per definire i 6 obiettivi principali e vengono descritte dettagliatamente le azioni per portarli a termine. Nel cap.8 vengono riportate le tabelle riassuntive delle quantità di riduzione di emissioni di CO₂ dovute alle azioni di mitigazione e nel cap.9 si trovano le schede descrittive di tutte le azioni, sia di mitigazione che di adattamento con i relativi costi e tempi di realizzazione.

1. Breve descrizione della città di Bolzano

Una descrizione dettagliata del territorio cittadino è presente nel PAES, di seguito vengono riportati gli elementi più rilevanti e gli aggiornamenti.

Il territorio comunale di Bolzano si estende su 52,34 kmq alla congiunzione tra Val d'Isarco, Val Sarentino e Valle dell'Adige. La città sorge a 262 m s.l.m., nella conca delimitata dal Monte di Mezzo, dall'Altopiano di Salto (Salten), dal Monte Tondo e dal Monte Pozza, sul cui versante si trova la località Colle, compresa nel territorio comunale. Il clima della città è continentale temperato, con inverni rigidi (zona climatica E) ed estati molto calde e afose. La città è attraversata dal torrente Talvera che confluisce nell'area urbanizzata nel fiume Isarco, il quale sfocia a sua volta nell'Adige poco più a sud. I corsi d'acqua sono gli elementi caratterizzanti della città, attorno ai quali si sviluppano i principali parchi cittadini e le più importanti piste ciclabili. Altro elemento caratterizzante della città sono i pendii rocciosi che corrono attorno a tutta la conca. La città contava nel 2017 107.317 abitanti, con una crescita rispetto al 2010 di circa 3.288 residenti (vedi Figura 4).

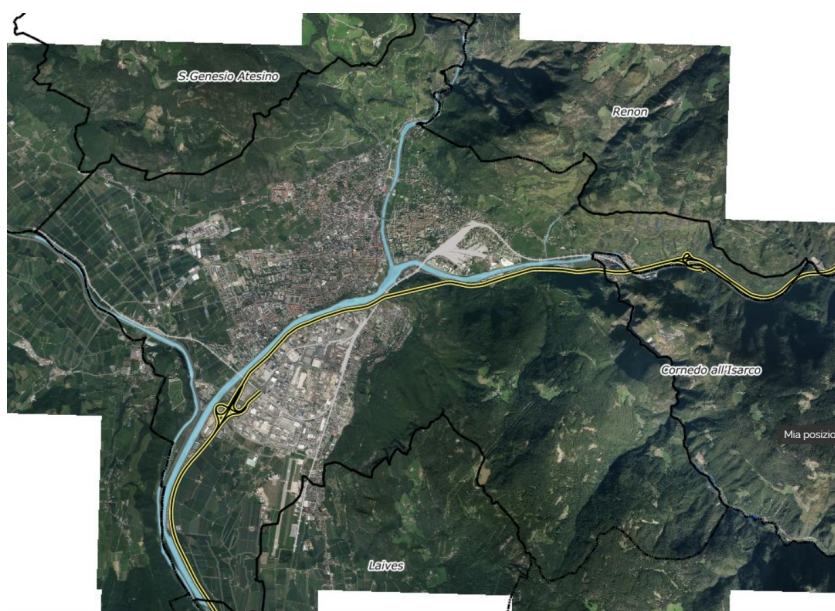


Figura 1 Inquadramento generale della città di Bolzano



Figura 2 Pendii attorno alla città

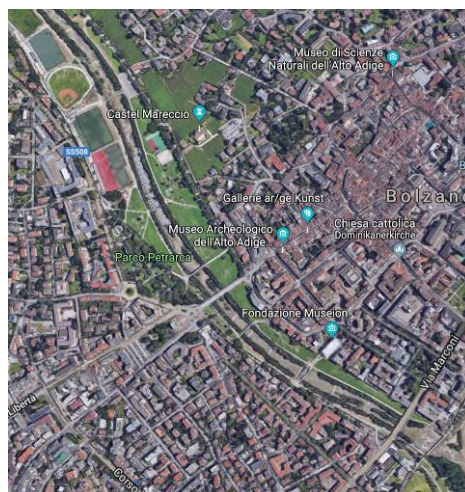


Figura 3 Parchi urbani attorno al torrente Talvera

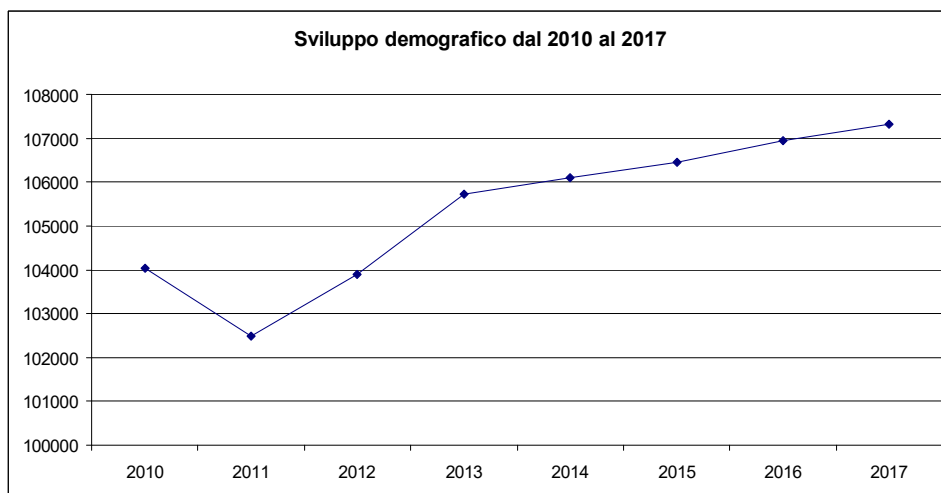


Figura 4 Numero di abitanti a Bolzano

2. Analisi del clima

2.1 Temperature passate, presenti e future

Il clima dell'Alto Adige si è modificato molto negli ultimi anni, con un aumento costante delle temperature medie invernali ed estive.

Per valutare l'andamento della temperatura media invernale vengono utilizzati come indicatori i Gradi Giorno (GG). I GG esprimono quanto un inverno è stato rigido, sono infatti calcolati come la somma della differenza tra la temperatura media esterna giornaliera durante tutto il periodo di riscaldamento e la temperatura degli ambienti interni, fissata a 20°C. Ad un valore elevato di GG corrisponde una differenza elevata delle temperature esterne rispetto ai 20°C di temperatura interna e quindi corrisponde un inverno freddo. Per Bolzano i GG di riferimento utilizzati nelle certificazioni energetiche sono pari a 2.736 GG. La (Figura 5) mostra l'andamento dei GG a Bolzano negli anni dal 1981 al 2018. Come evidente, negli ultimi 10 anni i GG non raggiungono mai questo valore e tendono a diminuire in maniera costante, rilevando inverni sempre più caldi, con un abbassamento fino a 1.979 GG nel 2014 (Figura 5).

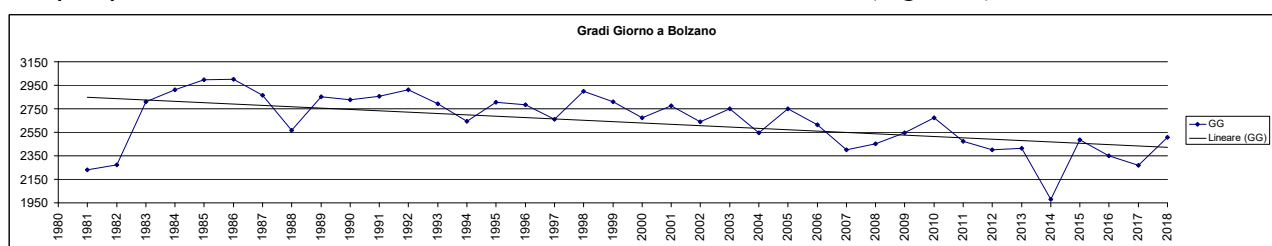


Figura 5 Variazione dei Gradi Giorno del Comune di Bolzano nel periodo 1981 - 2016.

Le proiezioni future sull'andamento dei GG confermano il trend sopra descritto. La diminuzione dei GG locali risulta infatti in linea con le stime per tutta la zona termica E. Secondo lo studio ISPRA del 2017 "Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari" [2] nello scenario RCP4.5 (Representative Concentration Pathways - Percorsi Rappresentativi di Concentrazione di Forte mitigazione) che prevede l'attuazione di forti azioni di mitigazione, i gradi giorno nel 2050 saranno pari a 1799.2, mentre nello scenario RCP8.5 ("Business-as-usual"), in cui non si prevedono azioni di mitigazione, i GG saranno pari a 1699.2. Di seguito si riportano in tabella i dati dello studio ISPRA:

Anno	GG- Zona E	
	Scenario RCP 4.5	Scenario RCP 8.5
Media 2001-2015	2067.9	2067.89
2030	1960.3	1850.3
2035	1914.6	1826.1
2040	1909.0	1767.4
2045	1843.3	1728.6
2050	1799.2	1699.2

Tabella 1 [Fonte: „Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari“, ISPRA]

L'innalzamento negli anni passati delle temperature medie annuali, estive ed invernali nel territorio altoatesino viene riportato anche in studi che si focalizzano sulla realtà locale, quali l'Interreg IV 3pclim [3] e il Klimareport 2018 [4].

Nel Klimareport 2018 [4] si legge che negli ultimi 50 anni (1966-2015) l'Alto Adige ha registrato un aumento delle temperature al di sopra della media. Dagli anni '60, nelle sei stazioni selezionate le estati sono state mediamente più calde di 2.2°C, gli inverni di circa 0.8°C. Il maggior aumento delle temperature si è registrato a Bolzano e Bressanone. Qui dagli anni sessanta la temperatura media è aumentata di circa 3°C in estate e di circa 1.5 - 2°C in inverno. La Tabella 2 e la Figura 6 del Klimareport riportano il possibile andamento della temperatura in due scenari, l'RCP 8.5 e l'RCP 4.5. Lo scenario RCP 8.5 ipotizza un incremento invariato delle

emissioni, mentre lo scenario RP 4.5 è più ottimista e prevede una riduzione delle emissioni a partire dal 2040. Come mostrato in Tabella 2, in Alto Adige gli scienziati stimano, secondo lo scenario RCP8.5, un ulteriore riscaldamento estivo di 1.62 °C da qui al 2050 e di 5.42 °C da qui al 2100. Gli inverni potrebbero registrare un aumento della temperatura di 1.27 °C da qui al 2050 e di 4.73 °C da qui al 2100. Anche nello scenario più ottimista l'aumento invernale sarebbe di 1.07 °C da qui al 2050 e di 1.84 °C da qui al 2100 e l'aumento estivo sarebbe di 1.44 °C da qui al 2050 e di 2.07 °C da qui al 2100.

Temperature [°C]										
	1966-2015		2011-2050 RCP4.5		2011-2050 RCP8.5		2011-2100 RCP4.5		2011-2100 RCP8.5	
	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno
Bolzano	+3,15	+1,55	+1,32	+1,12	+1,48	+1,40	+1,82	+1,97	+5,18	+4,80
Bressanone	+3,10	+2,60	+1,56	+1,04	+1,80	+1,28	+2,31	+1,94	+5,65	+4,73
Monte Maria	+2,00	+0,10	+1,48	+1,04	+1,64	+1,08	+2,18	+1,59	+5,74	+4,23
Sesto	+1,90	+0,65	+1,28	+1,16	+1,44	+1,28	+1,83	+2,11	+4,84	+5,18
Vipiteno	+2,05	+0,75	+1,80	+0,96	+2,04	+1,28	+2,65	+1,71	+6,29	+4,78
Vernago	+0,95	-1,10	+1,20	+1,12	+1,32	+1,28	+1,65	+1,72	+4,82	+4,63
Media	+2,19	+0,76	+1,44	+1,07	+1,62	+1,27	+2,07	+1,84	+5,42	+4,73

Tabella 2 Tendenza della temperatura nelle stazioni dell'Alto Adige nel passato e per i periodi futuri selezionati. Fonte [4]: Klimareport 2018, pag. 22, EURAC research.

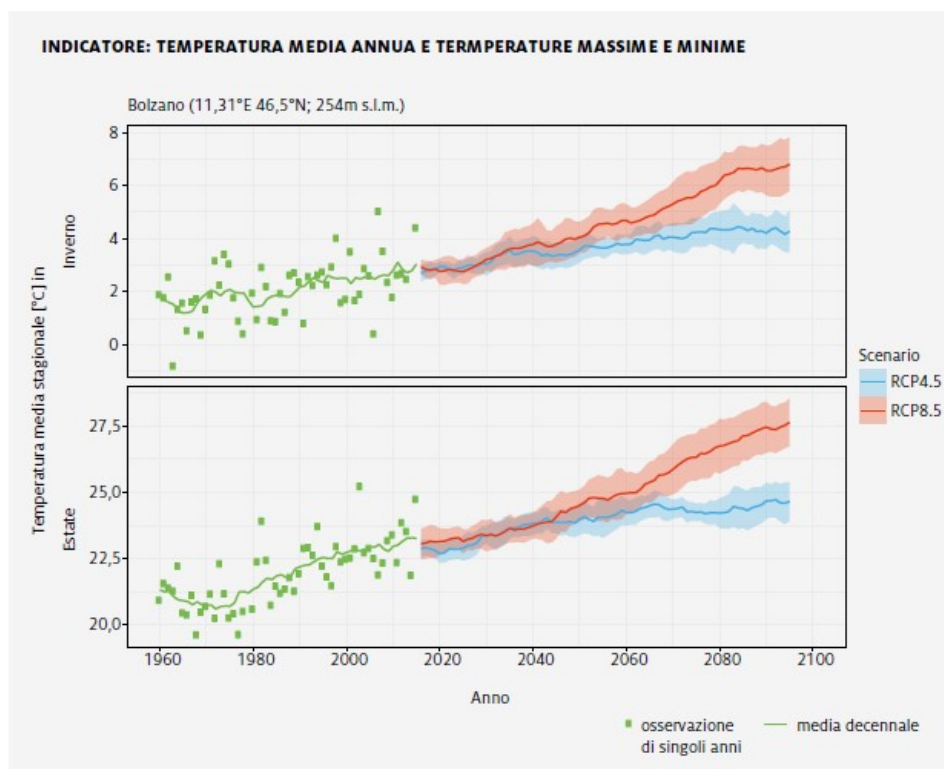


Figura 6 Temperatura in corrispondenza della stazione di Bolzano (punti verdi: osservazione di singoli anni, linea: media decennale) e possibile andamento della temperatura per uno scenario *business-as-usual* (RCP8.5, area rossa) e per uno scenario ottimistico con rapida riduzione delle emissioni di gas serra (RCP4.5, area blu). Fonte [4]: Klimareport 2018, pag.23, EURAC research

Per quantificare l'aumento delle temperature dovuto al cambiamento climatico, un ulteriore indicatore sono le temperature estive estreme. Sempre secondo il Klimareport, a Bolzano il numero delle giornate estive, cioè di giorni nell'anno in cui le temperature minime sono sopra i

20°C, è già passato da circa 100 negli anni '60 alle attuali 115. Da qui alla fine del secolo questa cifra potrebbe arrivare a 175 giorni. Un indicatore simile sono le notti tropicali, cioè le notti in cui la temperatura minima non scende sotto i 20°C (vedi Figura 7). Il record finora è stato del 2015, in cui le notti tropicali sono state 29, ma da qui al 2100 il loro numero potrebbe arrivare a 60.

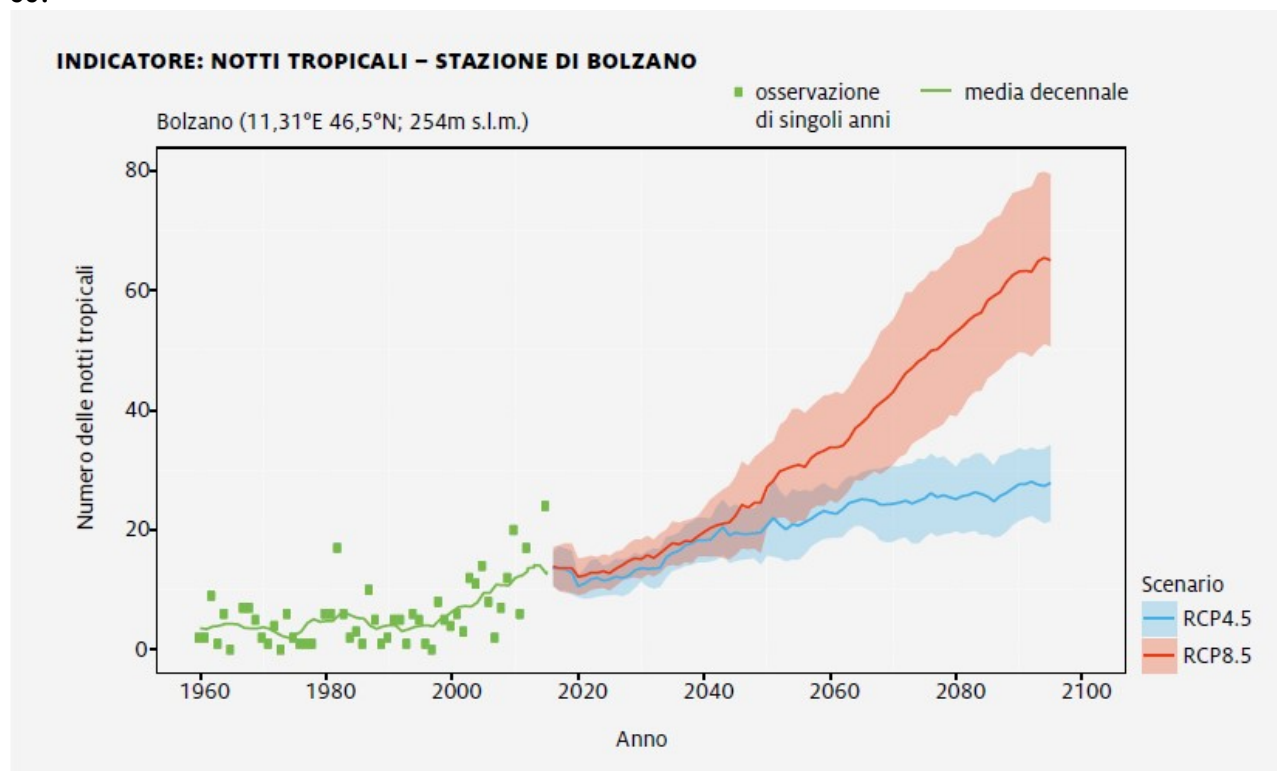


Figura 7 Numero di giorni con temperature minime notturne superiori a 20°C a Bolzano (corrisponde al numero di notti tropicali). Fonte [4]: Klimareport 2018, pag.25, EURAC research

A conclusioni simili arriva anche lo studio 3pclim [3] (capitolo 6.3, pag. 95) secondo cui le “temperature tenderanno uniformemente a crescere, prima lentamente, di circa 1,5°C rispetto al livello odierno, fino al periodo compreso fra il 2026 e il 2055, e poi di circa 3,8°C fino alla fine del secolo”. Lo studio 3pclim [3] stima inoltre che „aumenterà in futuro il numero di giornate estive ossia di quelle in cui la colonnina del mercurio arriva o supera la soglia dei 25°C”. Fino al 2026 - 2055 l’incremento sarà ancora modesto (da 0 a +10 giorni), con un aumento che può arrivare ai 20 giorni nelle conche meridionali. Verso la fine del secolo, il numero di giornate estive aumenta invece nettamente, ancora una volta in modo più marcato nelle regioni prealpine meridionali, nella valle dell’Adige e nelle zone meridionali della provincia di Belluno. Qui l’aumento è di 50 - 60 giorni.“

2.2 Precipitazioni

Rispetto alle temperature, l’andamento delle precipitazioni risulta più difficile da interpretare e prevedere. Nel Klimareport 2018 [4] sono stati analizzati i giorni con precipitazioni >10mm, >20mm e >50 mm. I dati inducono gli scienziati a pensare che negli ultimi decenni la pioggia sia caduta per lo più sotto forma di precipitazioni intense. I climatologi presumono che con l’innalzamento delle temperature aumenterà anche il numero e l’intensità dei temporali. Il 2017 è stato l’anno più ricco di fulmini da quando questi vengono registrati e in egual modo l’estate è stata segnata da numerose forti precipitazioni e relativi effetti come frane, smottamenti, esondazioni. Inoltre gli scienziati presumono che in futuro l’Alto Adige dovrà fare i conti con una maggiore siccità nei mesi estivi.

In Figura 8 è riportata la previsione delle quantità di precipitazioni per la stagione invernale e per la stagione estiva nello scenario RCP 4.5 e RCP 8.5. Come si osserva, la tendenza non è ben definita, prevalgono infatti oscillazioni annuali.

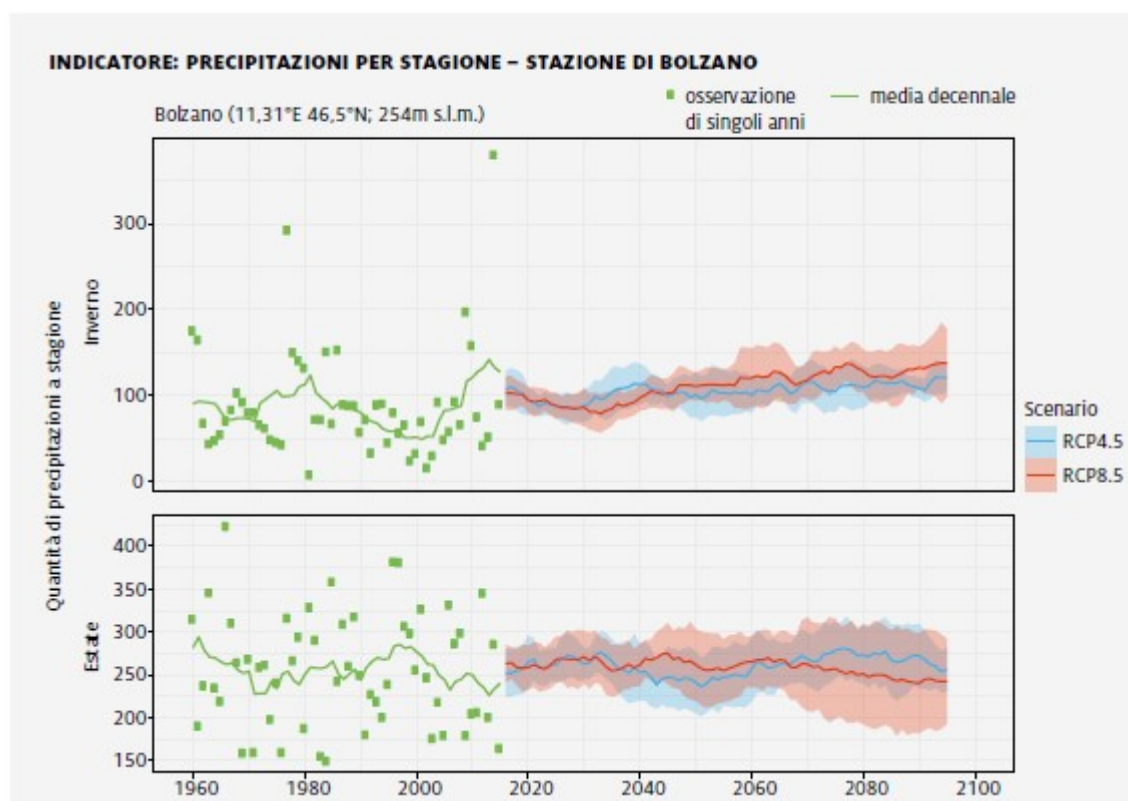


Figura 8 Variazione delle precipitazioni per stagione nella stazione di Bolzano. Prevalgono le oscillazioni di anno in anno. Fonte [4]: Klimareport 2018, pag.25, EURAC research

Anche in questo caso lo studio 3pclim [3] è concorde con le conclusioni del Klimareport. Si legge infatti che „I calcoli di previsione delle modifiche delle precipitazioni nelle decadi a venire mostrano un forte grado di incertezza „Come emerge in figura 6.7, la cumulata annua media dovrebbe tendere a ridursi, secondo il modello, nel corso del secolo. Dapprima in misura lieve, fino al periodo 2026 - 2055, e poi in maniera più marcata fino al 2071 - 2100.“ Per la fine di questo secolo scenderanno annualmente fra i 160 e i 180 mm di pioggia in meno“.

3. Identificazione dei fenomeni avvenuti negli ultimi anni riconducibili ai cambiamenti climatici

3.1 Isole di calore (Urban Heat Island) nel territorio comunale

L'aumento delle temperature renderà sempre più accentuato il fenomeno delle "isole di calore" all'interno dei centri urbani. Lo studio 3pclim [3] stima infatti che "Un incremento delle giornate estive si accompagnerà presumibilmente anche a un aumento delle isole di calore (Zuvela-Aloise 2013), un fenomeno destinato a essere maggiormente avvertito nelle zone a bassa quota e negli agglomerati urbani a sud della cresta alpina di confine." Il fenomeno delle isole di calore descrive la differenza di temperatura tra il centro urbano e la campagna, dovuto principalmente alla cementificazione, alla geometria del tessuto urbano e alle emissioni di inquinanti. Secondo studi europei e americani, la temperatura all'interno dei centri abitati può essere tra 1.8 e 5 °C maggiore rispetto alle zone non urbanizzate.

Al fine di analizzare il fenomeno a livello locale, lo studio di Pappaccogli dell'Università di Bolzano [5] ha valutato l'impatto dell'urbanizzazione sulle condizioni climatiche nell'area urbana di Bolzano. L'intensità dell'isola di calore è stata calcolata dalla differenza di temperatura misurate da stazioni site nel centro urbano di Bolzano rispetto a stazioni presenti nelle aree rurali e distanti alcuni chilometri dalla città. La Figura 9 mostra la differenza tra le temperature rilevate in 4 stazioni meteo in centro città e quelle rilevate nella stazione meteo di Bronzolo, in zona rurale, durante il mese di agosto 2015. In questa analisi sono state considerate solo le giornate caratterizzate da scarsa copertura nuvolosa, caratteristica importante al fine di descrivere propriamente il fenomeno dell'isola di calore. Come evidenziato nei grafici box plot di Figura 9, le differenze arrivano a picchi di 5.5 °C nelle ore notturne, mentre le mediane sono attorno a 1.5 °C nelle ore diurne. Pertanto, i dati dimostrano chiaramente come le proprietà termiche dei materiali delle costruzioni modifichino il clima cittadino, immagazzinando il calore ricevuto durante le ore centrali del giorno e rilasciandolo lentamente durante le ore notturne. Inoltre, è interessante vedere che l'incremento maggiore della temperatura avviene nelle zone più densamente abitate (come presso le stazioni di Via Amba Alagi e Piazza Adriano), dimostrando come la geometria della città e la scarsa presenza di aree verdi contribuiscano ad acuire tale fenomeno. Infine, i dati di questa analisi sono concordi con quanto riscontrato in altre città vicine, come Trento e Rovereto, caratterizzate da condizioni climatiche simili a quelle della città di Bolzano. Data l'intensità e l'eterogeneità del fenomeno dell'isola di calore, è necessario applicare azioni mirate al fine di mitigarne l'effetto sul clima urbano, soprattutto in quelle zone dove si verificano le criticità maggiori.

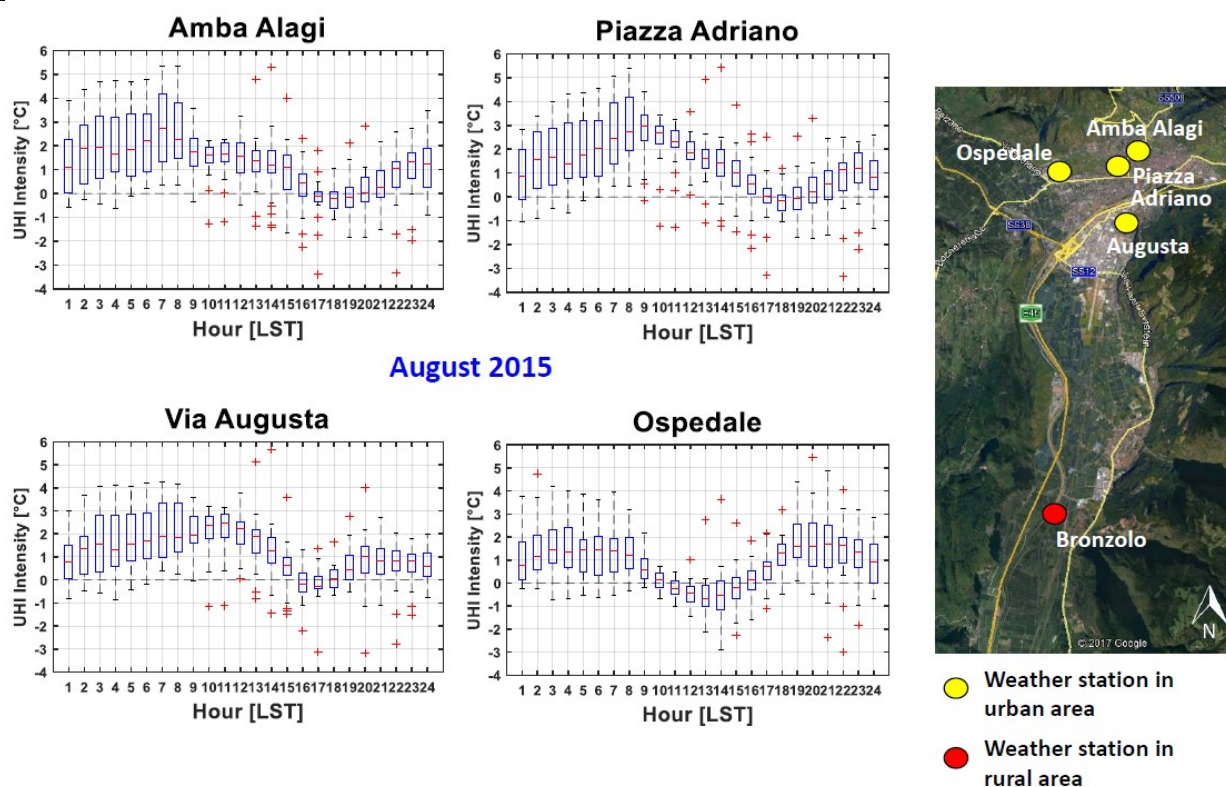


Figura 9 Differenze di temperatura ad agosto tra zona rurale (Bronzolo) e quattro stazioni di misura in centro città Fonte [5]: G. Pappaccogli, PhD Thesis, pp. 187.

3.2 Inondazioni, allagamenti e frane

L'aumento delle precipitazioni intense e l'eccessiva impermeabilizzazione del terreno aumentano il rischio di alluvioni sia localizzate, cioè causate dalle piogge, che di bacino, cioè causate dai fiumi. Gli eventi estremi di precipitazioni intense come quelli avvenuti durante la notte tra il 13 e il 14 luglio 2017, quando le piogge cadute hanno raggiunto in pochissimo tempo oltre 50 litri per metro quadro, hanno provocato all'interno della città allagamenti, frane, danni a garage, auto, abitazioni e infrastrutture. Il 6 agosto 2019 in venti minuti sono caduti 27 millimetri di pioggia, accompagnati da raffiche di vento a 72 km/h. Nel corso degli ultimi anni il numero di eventi franosi e di colate detritiche che hanno interessato il territorio comunale di Bolzano è cresciuto. L'aumento è probabilmente legato all'estremizzazione degli eventi meteorologici, anche se è difficile stabilire una correlazione diretta di causa-effetto. Nel corso dell'anno 2017 sono state 28 le chiamate ai tecnici della Protezione Civile del Comune di Bolzano reperibili durante le ore notturne e le giornate festive e in 10 casi le richieste di intervento sono state legate alle frane che hanno interessato il territorio durante la stagione estiva in seguito a precipitazioni intense ed improvvise. In Figura 11 viene riportato l'andamento degli eventi franosi, dei quali si è avuta notizia, dal 2006 al 2017 nel territorio comunale di Bolzano.



Figura 10 Frane in seguito a piogge intense

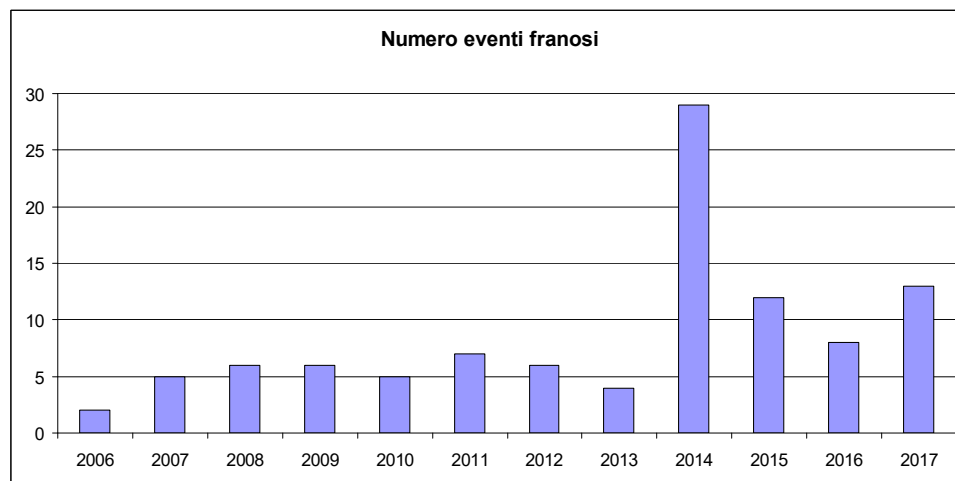


Figura 11 Numero di eventi franosi per anno

3.3 Siccità

L'Ufficio Idrografico della Provincia di Bolzano monitora l'andamento della falda in 28 punti della conca cittadini. I dati vengono analizzati periodicamente dall'Ufficio Geologia, Protezione Civile ed Energia del Comune di Bolzano. Nell'ultimo report pubblicato, si legge che „La tendenza generale degli ultimi 10 anni è comunque quella di un innalzamento della superficie freatica, riscontrato in tutti i punti di misura, ad eccezione di pochi piezometri. L'unica zona che ha fatto registrare un leggerissimo abbassamento del livello è quella oltre l'ospedale San Maurizio, in direzione Merano, dove, oltretutto, la falda risulta spesso affiorante o sub - affiorante.” Analizzando i dati disponibili nel periodo 2008-2016 non sono quindi ancora riscontrabili effetti significativi di riduzione del livello della falda dovuto a siccità. Diversa è la situazione nella zona del Colle, situata a un'altezza di circa 1200 m s.l.m. Qui infatti l'acqua scarseggia durante i periodi estivi e deve essere portata dal capoluogo con le autobotti del corpo permanente dei Vigili del Fuoco. Nei prossimi anni verrà realizzato un acquedotto per risolvere questa situazione.

4. Analisi dei rischi dei fenomeni legati ai cambiamenti climatici

Per stabilire quali sono gli ambiti prioritari in cui intervenire con azioni di mitigazione e adattamento vanno stimati i rischi derivati dai cambiamenti climatici e la vulnerabilità della città ad ognuno di essi (vedi capitolo 5). Nel caso dei rischi legati a frane ed inondazioni, Il Comune di Bolzano ha già adottato piani di settore come il Piano delle Zone di Pericolo (PZP) che mappa spazialmente le zone della città in base alle diverse classi di gravosità ai pericoli di origine naturale. Le informazioni contenute nel piano sono state considerate per la presente analisi. Nel caso invece dell'aumento delle temperature non è stata eseguita un'analisi spaziale, ma il Comune di Bolzano ha a disposizione i dati delle stazioni meteo provinciali dislocate in diversi punti della città (vedi paragrafo 10) che mostrano la criticità di alcune zone.

Per ogni evento climatico viene stimata una probabilità di aumento della frequenza basata su analisi passate e previsioni future (vedi capitolo 2), vengono definiti i fenomeni ad esso collegati (vedi capitolo 3) e vengono valutati i danni per diversi settori (salute, ambiente, infrastrutture). Il rischio complessivo dei diversi fenomeni è valutato come combinazione della probabilità di un fenomeno e dell'entità dei danni. La Tabella 3 riassume queste valutazioni, di seguito vengono descritti i singoli campi.

Gli eventi climatici considerati sono l'aumento delle temperature e l'aumento delle precipitazioni intense. L'innalzamento delle temperature ha una probabilità di aumento della frequenza molto elevata mentre l'aumento delle precipitazioni intense è più soggetto a incertezza e la sua probabilità di aumento della frequenza è quindi stata valutata come media. I fenomeni principali collegati all'innalzamento delle temperature sono l'aumento delle ondate di calore, delle isole di calore e la siccità. I fenomeni collegati all'aumento dell'intensità delle precipitazioni sono le inondazioni, gli allagamenti e le frane. L'entità dei danni dei fenomeni collegati ai cambiamenti climatici è stata valutata separatamente per la salute, l'ambiente e le infrastrutture. Per quanto riguarda la salute, tutti i fenomeni hanno conseguenze potenzialmente mortali sulla popolazione. Per quanto riguarda l'ambiente, sia le inondazioni sia le frane sia le ondate di calore provocano danni elevati. Le ondate di calore causano infatti l'aumento dei consumi energetici e delle conseguenti emissioni di inquinanti in atmosfera e alterano la flora e della fauna esistenti e l'ecosistema in generale. La siccità causa danni elevati inaridendo il terreno e alterando l'ecosistema. Per il settore delle infrastrutture, inondazioni e frane causano danni e disagi di entità elevata dovuta all'interruzione dei collegamenti, mentre le ondate di calore provocano danni di media entità agli asfalti. I rischi complessivi sono stati valutati come combinazione delle probabilità di un fenomeno e dell'entità dei danni. Agendo a favore di sicurezza, quando almeno uno dei due parametri è risultato elevato, anche il rischio è stato considerato come tale. Di conseguenza, i rischi sono risultati elevati per tutti i fenomeni considerati.

Evento climatico	Probabilità di aumento della frequenza	Fenomeni collegati	Danni nei diversi settori		Entità del danno	Rischio complessivo
Aumento delle temperature	Elevata	Ondate di calore, aumento del fenomeno delle isole di calore	Salute	Problemi cardiovascolari e respiratori Diffusione delle malattie infettive	Elevata	Elevato
			Ambiente	Alterazioni dell'ecosistema di flora e fauna Maggiori consumi energetici estivi	Elevata	
			Infrastrutture	Danneggiamenti di strutture es. asfalto delle strade	Media	
		Siccità	Salute	Malattie legate alla scarsa qualità dell'acqua	Elevata	Elevato
			Ambiente	Alterazioni dell'ecosistema	Elevata	
			Infrastrutture		-	
	Media (incertezze nelle previsioni)	Inondazioni e allagamenti	Salute	Feriti, morti	Elevata	Elevato
			Ambiente	Dissesti idrogeologici	Elevata	
			Infrastrutture	Danni alle strade, interruzione dei collegamenti	Media	
		Frane	Salute	Feriti, morti	Elevata	Elevato
			Ambiente	Dissesti idrogeologici	Elevata	
			Infrastrutture	Danni alle strade, interruzione dei collegamenti	Elevata	

Tabella 3 Rischi legati agli eventi climatici

5. Analisi della vulnerabilità della città ai fenomeni legati ai cambiamenti climatici

La vulnerabilità di una città dipende dall'esposizione a un rischio, dalla sua sensibilità e dalla capacità di adattamento [0], [1]. L'esposizione è definita come la misura in cui un sistema entra in contatto con condizioni climatiche o specifici impatti climatici. La sensibilità è definita come il grado in cui un sistema è influenzato da un cambiamento climatico. La capacità di adattamento indica invece l'abilità di un sistema di adeguarsi al cambiamento climatico per limitarne i danni.

Si è già evidenziato nel capitolo sui fenomeni legati ai cambiamenti climatici come la città di Bolzano sia esposta principalmente all'aumento delle ondate di calore, alle isole di calore, alle frane, alle inondazioni e in parte al fenomeno della siccità. In Tabella 4 sono riassunti i valori qualitativi (basso, medio, elevato) di esposizione, sensibilità e capacità di adattamento ai diversi fenomeni legati ai cambiamenti climatici. La vulnerabilità è stata stimata in funzione di questi valori. Di seguito vengono descritti i singoli campi.

L'**esposizione** alle ondate di calore è stata considerata **elevata** perché le temperature medie e massime estive continuano ad aumentare negli anni e perché la città di Bolzano è inserita in una conca che non favorisce correnti d'aria tali da moderare questo effetto. La **sensibilità** alle ondate di calore è maggiore in persone anziane, bambini, donne in gravidanza e persone che soffrono di malattie croniche. Nel 2017 nel Comune di Bolzano la popolazione era composta dal 23,6% di persone con più di 65 anni e dal 14,24% con meno di 14 anni (dati ASTAT). In Italia, nello stesso anno la popolazione era composta dal 22,3% di persone con più di 65 anni e dal 13,5% con meno di 14 anni (dati ISTAT). Le percentuali a livello comunale e nazionale sono dunque abbastanza simili. Con questa composizione della popolazione, la **sensibilità** del Comune di Bolzano agli effetti dell'aumento delle temperature è considerata **media**. La **capacità complessiva di adattamento** della città è **bassa**. Ci sono infatti alcune zone circoscritte in cui l'aumento delle temperature è contenuto dal verde pubblico, ma in aree molto estese come la zona ex-industriale di Bolzano Sud questi fenomeni sono molto marcati. Considerate esposizione, sensibilità e capacità di adattamento, la **vulnerabilità complessiva all'aumento delle temperature e alle ondate di calore è valutata come alta**.

L'esposizione di Bolzano alle **inondazioni e agli allagamenti** è legata al numero di eventi con precipitazioni intense. L'**esposizione** viene considerata come **media** anche se, come evidenziato nel capitolo sui cambiamenti climatici, è difficile fare previsioni di sviluppo di questi eventi in futuro. La **sensibilità** a questi effetti dei cambiamenti climatici è **media**. Bolzano è infatti attraversata dal fiume Isarco e dal torrente Talvera che si incrociano nel centro della città e che hanno una bassa sensibilità agli eventi estremi di pioggia. Attorno alla città sono però presenti 4 torrenti: Rio Fago, Rio Rivellone, Rio S. Maurizio e Rio Aslago che hanno una sensibilità elevata. Nel dettaglio tutte le informazioni sono riportate nel Piano delle Zone di Pericolo (PZP). Per quanto riguarda invece gli allagamenti, le criticità sono date da sistemi infrastrutturali che in alcune parti della città non sono in grado di smaltire velocemente ed efficacemente le piogge a causa di sottodimensionamento delle tubazioni, ostruzioni o ostacoli. La sensibilità risulta **media**. Anche la **capacità di adattamento** a inondazioni e allagamento è **media**. Ci sono infatti numerosi parchi attorno ai corsi d'acqua che mitigano il problema degli allagamenti, ma in alcuni punti la loro estensione è insufficiente. Considerate esposizione, sensibilità e capacità di adattamento, la **vulnerabilità complessiva a inondazioni e allagamenti è valutata come media**.

L'**esposizione alle frane** è legata anche agli eventi di forti piogge che rendono instabili i pendii ed è considerata come **media**. La **sensibilità** della città alle frane è molto diversa a seconda della zona, ma complessivamente può essere considerata **media**. Bolzano è infatti circondata da zone ad alto rischio di dissesto idrogeologico. La capacità di **adattamento** è considerata **alta** perché la città si è dotata nel 2017 del Piano delle Zone di Pericolo (PZP) che individua le aree con diverso grado di pericolo, prevede l'impossibilità di realizzare nuovi interventi edilizi nelle

zone con grado di pericolo molto elevato e richiede l'effettuazione di specifici studi per gli interventi nelle zone di pericolo elevato o medio. Nelle zone a maggiore rischio di frane sono inoltre già presenti opere di riduzione del pericolo, che vengono periodicamente mantenute. Considerate esposizione, sensibilità e capacità di adattamento, **la vulnerabilità complessiva alle frane è valutata come media.**

L'esposizione alla **siccità** è legata ai periodi di scarse precipitazioni. Come per gli eventi di piogge intense, è difficile fare previsioni future. L'**esposizione** viene considerata come **bassa**, **considerando anche** l'andamento stabile della falda. Il grado di sensibilità è legato alla disponibilità di acqua in presenza di coltivazioni e agglomerati urbani. Per la città di Bolzano la **sensibilità** è alta nella zona del Colle, mentre è bassa per il resto della città. Data la scarsa percentuale occupata dall'area del Colle, il valore considerato per tutta la città è **basso**. La **capacità di adattamento** alla siccità è considerata **bassa**, l'acqua deve infatti essere portata con autocisterne nelle zone in cui scarseggia. Considerate esposizione, sensibilità e capacità di adattamento, **la vulnerabilità complessiva alla siccità è valutata come bassa**, soprattutto per la specifica circoscrizione del fenomeno. In Tabella 4 sono riassunti i valori qualitativi di esposizione, sensibilità e capacità di adattamento ai fenomeni associati ai cambiamenti climatici, con la relativa vulnerabilità associata.

Evento climatico	Fenomeno	Esposizione	Sensibilità	Capacità di adattamento	Vulnerabilità
Aumento delle temperature	Ondate di calore, isole di calore	elevata	media	bassa	elevata
	Siccità	bassa	bassa	bassa	bassa
Aumento delle precipitazioni intense	Inondazioni e allagamenti	media	media	media	media
	Frane	media	media	alta	media

Tabella 4 Vulnerabilità di Bolzano ai diversi fenomeni climatici

6. Identificazione delle aree di priorità di intervento e delle strategie per ridurre le incertezze nella previsione degli effetti dei cambiamenti climatici

6.1 Identificazione delle aree di priorità di intervento

Le precedenti analisi dei rischi e della vulnerabilità permettono di identificare le aree di priorità di intervento. I livelli di priorità sono definiti come:

- 1) **Priorità elevata:** fenomeni che implicano rischi elevati e rispetto ai quali la vulnerabilità è elevata.
- 2) **Priorità media:** fenomeni che implicano rischi elevati e rispetto ai quali la vulnerabilità è media.
- 3) **Priorità bassa:** fenomeni che implicano rischi elevati e rispetto ai quali la vulnerabilità è bassa.

La tabella seguente riassume i risultati dei livelli di priorità. Il fenomeno su cui concentrare gli interventi prioritari sono le ondate di calore e le isole di calore, legate all'aumento delle temperature. Queste infatti implicano rischi elevati per i quali la città è molto vulnerabile. Seguono frane, inondazioni e allagamenti, legati all'aumento delle piogge intense, che implicano rischi elevati ai quali la città è mediamente vulnerabile. Il fenomeno della siccità risulta meno prioritario perché i rischi sono elevati ma la città è complessivamente poco vulnerabile.

Fenomeno	Rischio	Vulnerabilità	Priorità finale di intervento per la riduzione del fenomeno
Ondate di calore, isole di calore	Elevato	Elevata	Elevata
Inondazioni e allagamenti	Elevato	Media	Media
Frane	Elevato	Media	Media
Siccità	Elevato	Bassa	Bassa

Tabella 5 Definizione delle priorità di intervento

6.2 Strategie per ridurre le incertezze nella previsione degli effetti dei cambiamenti climatici

Le incertezze nella previsione dei cambiamenti climatici futuri sono principalmente legate ai modelli realizzati da enti di ricerca. Altre incertezze sono legate alle correlazioni tra i cambiamenti climatici e i loro effetti, soprattutto per quanto riguarda le precipitazioni. Su questi aspetti scientifici, gli enti locali non possono intervenire direttamente. Questi possono però supportare le attività scientifiche raccogliendo in database le principali caratteristiche dei fenomeni avvenuti nel proprio territorio. Nel database dovrebbero essere riportati: il tipo di fenomeno avvenuto, la data, la durata e, se stimabili, i costi associati ai danni causati. Il Comune di Bolzano si impegna a realizzare la raccolta di questi dati nei prossimi anni.

7. Azioni di mitigazione e adattamento

7.1 Analisi preliminari alla definizione degli obiettivi

Prima di procedere alla stesura del PAESC è stato compilato l'inventario di monitoraggio delle emissioni (MEI) per il 2017. I risultati in termini di emissioni di CO₂ sono mostrati nella tabella seguente:

Sector		CO ₂ emissions [t] / CO ₂ eq. emissions [t]															
		Electricity	Heat/cold	Fossil fuels							Renewable energies					Total	
				Natural gas	Liquid gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal	Other fossil fuels	Plant oil	Biofuel	Other biomass	Solar thermal		Geothermal
BUILDINGS, EQUIPMENT/FACILITIES AND																	
Municipal buildings, equipment/facilities		4895	3469	6242	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14724
Tertiary (non municipal) buildings		107446	0	34063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141509
Residential buildings		51833	53650	128676	191	26354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260704
Public lighting		2282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2282
Industry	Non-ETS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ETS (not included)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal		166455	57118	168981	191	26473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	419218
TRANSPORT																	
Municipal fleet		0	0	30	20	0	74	96	0	0	0	0	0	0	0	0	220
Public transport		0	0	3127	0	0	1508	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4635
Private and commercial transport		0	0	1325	288	0	36927	23071	0	0	0	0	0	0	0	0	61611
Subtotal		0	0	4481	308	0	38509	23167	0	0	0	0	0	0	0	0	66466
OTHER																	
Agriculture, Forestry, Fisheries		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTHER NON-ENERGY RELATED																	
Waste management																	0
Waste water management																	0
Other non-energy related																	0
TOTAL		166455	57118	173462	499	26473	38509	23167	0	0	0	0	0	0	0	0	485684

Tabella 12 IME 2017- emissioni di CO₂

Complessivamente, la riduzione di emissione di CO₂ rispetto al 2010, anno di riferimento, è stata del 6,7%. Se si considerano le emissioni pro capite, la riduzione è stata del 9%, si è passati infatti dalle 5 tCO₂ per abitante del 2010 alle 4.5 tCO₂ del 2017. I calcoli sono stati eseguiti a parità di condizioni rispetto al 2010, utilizzando cioè gli stessi coefficienti di emissione nazionale di CO₂ e, quando possibile, le stesse fonti dei dati. Per questo motivo i risultati differiscono dal monitoraggio delle emissioni relativo al 2015, nel quale il calcolo era stato effettuato con il coefficiente nazionale aggiornato di emissioni per l'energia elettrica pari a 0.316 tCO₂/MWh e mantenendo costanti rispetto al 2010 i dati relativi al trasporto. La riduzione di emissioni calcolata per il 2015 era pari al 16.9%. La stesura dell'IME relativo all'anno 2017 ha permesso di capire come sia necessario aumentare gli sforzi per raggiungere il nuovo obiettivo stabilito dal Patto dei Sindaci di riduzione di CO₂ di almeno il 40% nel 2030. In particolare, gli sforzi andranno indirizzati soprattutto verso il risanamento degli edifici, poichè il settore "edifici, attrezzature/impianti e industrie" ha diminuito le emissioni solo del 3% dal 2010 al 2017.

7.2 Metodologia seguita per la definizione delle azioni di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici

Come per le parti precedenti, anche per definire le azioni di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici si è seguita la metodologia proposta nel documento "Planning for adaptation to climate change - Guidelines for municipalities" e nelle linee guida del PAESC [0], [1]. I passi seguiti sono stati i seguenti:

- 1- Definizione degli obiettivi, il più possibile specifici, realistici e realizzabili di mitigazione e adattamento dei fenomeni derivati dai cambiamenti climatici di maggiore priorità per la città di Bolzano, individuati come indicato nel capitolo 5.
- 2- Analisi delle azioni di mitigazione e adattamento già intraprese dal Comune e già presenti nel PAES di Bolzano, discussione di ulteriori azioni da intraprendere.
- 3- Calcolo della riduzione di emissioni di CO₂ con le azioni di mitigazione.
- 4- Definizione dei costi, dei tempi e delle risorse.

7.3 Definizione degli obiettivi

Gli obiettivi generali di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici sono stati discussi con l'Energy Team comunale, composto da tecnici e politici. L'Energy Team è stato istituito nel 2018 contestualmente all'adesione di Bolzano al programma ComuneClima dell'agenzia CasaClima (<http://www.agenziacasaclima.it/it/comuneclima-1559.html>) e ha permesso di confrontare le attività in atto nei diversi settori e di proporre nuove azioni trasversali ai diversi ambiti (ambiente, mobilità, energia etc.).

Gli obiettivi generali di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici stabiliti sono stati i seguenti:

O1- Mitigazione e adattamento all'aumento di temperatura e all'effetto isola di calore attraverso il verde urbano;

O2 - Mitigazione dell'aumento delle temperature attraverso la riduzione dei consumi energetici degli edifici;

O3 - Mitigazione dell'aumento delle temperature attraverso la riduzione delle emissioni nel settore del trasporto pubblico e privato;

O4 - Mitigazione degli allagamenti e delle frane attraverso interventi infrastrutturali e manutentivi;

O5 - Adattamento ai cambiamenti climatici mediante adozione di piani preventivi per la riduzione dei rischi;

O6 - Promozione di azioni di informazione e sensibilizzazione della popolazione per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Le azioni messe in campo consentiranno di ridurre del 40,65% le emissioni totali di CO₂ nel 2030 rispetto al 2010.

7.4 Definizione e descrizione delle azioni

Ciascun obiettivo prevede una o più azioni, suddivise in aumento delle aree verdi (V), costruzione o manutenzione di infrastrutture (G), azioni di riduzione dei consumi energetici degli edifici attraverso il risanamento o una migliore gestione dell'edificio (E), azioni legate alla mobilità (M), azioni di prevenzione dei rischi (PP) e azioni di sensibilizzazione e informazione della popolazione (I).

La tabella seguente riporta l'elenco delle azioni con il relativo contributo alla mitigazione e/o all'adattamento al cambiamento climatico. Le azioni sono descritte in maniera dettagliata nei paragrafi successivi e in singole schede con informazioni sui tempi, sugli attori interessati, sui costi e sui finanziamenti previsti (capitolo 9). Per le azioni di mitigazione, i calcoli della riduzione di CO₂ prevista sono stati eseguiti mantenendo le stesse ipotesi presenti nel PAES: l'anno di riferimento dell'IBE (inventario di base delle emissioni) è rimasto il 2010, i fattori di conversione nazionali per il calcolo della CO₂ sono rimasti costanti e le fonti principali per la raccolta dei dati sono rimaste il più possibile invariate.

Obiettivo	Mitigazione e/o adattamento al fenomeno	Azione
O1	Ondate di calore, isole di calore. Inondazioni e allagamenti	V1-Aumento della vegetazione urbana: piazze alberate, parchi, orti urbani
	Ondate di calore, isole di calore. Inondazioni e allagamenti	V2- Tetti verdi
	Ondate di calore, isole di calore	V3- Monitoraggio degli alberi e attività di piantumazione
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas	E1- Promozione del risanamento degli edifici residenziali

02	serra	
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	E2-Teleriscaldamento
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	E3- Promozione della chiusura delle porte degli esercizi commerciali
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	E4- Monitoraggio dei consumi energetici delle utenze comunali
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	E5- Risanamento energetico degli edifici comunali
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	E6 - Efficientamento dell'illuminazione pubblica
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	E7 - Installazione di impianti per la produzione di energia rinnovabile sugli edifici pubblici
03	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	M1- Adozione del Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (PUMS)
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	M2-Piano di area per la zona di Bolzano Sud e progetto di mobility management aziendale
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	M3- Realizzazione di nuove piste ciclabili e della ciclopoltana telematica
	Tutti i fenomeni, attraverso la riduzione delle emissioni dei gas serra	M4- Promozione della mobilità alternativa
04	Allagamenti	G1 - Pulizia canali di scolo e drenaggio
	Allagamenti	G2 - Aumento delle zone permeabili
	Frane	G3 - Opere di contenimento per frane
05	Frane Inondazioni e allagamenti Ondate di calore	PP1- Nuovo Piano Comunale di Protezione Civile
	Ondate di calore	PP2- Piano emergenza caldo estivo per anziani
	Frane Inondazioni e allagamenti	PP3- Piano delle Zone di Pericolo
06	Tutti i fenomeni	I1- Sportello energia e mappa on-line dei consumi energetici degli edifici
	Tutti i fenomeni	I2 - Realizzazione della brochure modello "Klima-Sparbuch"
	Tutti i fenomeni	I3 - Adesione alle iniziative di Alleanza per il Clima
	Tutti i fenomeni	I4- Newsletter rivolta ai dipendenti comunali

7.4.1 Azioni di intervento sul verde urbano

Aumento della vegetazione urbana: piazze alberate, parchi, orti urbani V1

La vegetazione urbana rappresenta un elemento fondamentale per ridurre l'effetto isola di calore e per aumentare le zone permeabili. Lo studio condotto da Alessio Russo dell'Università di Bolzano in collaborazione con il Servizio Giardineria del Comune di Bolzano e la Provincia Autonoma di Bolzano [6] dimostra la capacità della vegetazione urbana di diminuire la temperatura dell'aria. La Figura 13 riporta la zona oggetto dello studio, Via Carducci, con il rilievo degli alberi attualmente presenti. La Figura 14 mostra la temperatura della stessa zona con e senza gli alberi ai lati della strada e nella piazza (Scenario 1 e Scenario 2). Come evidenziato, la temperatura della piazza a 2 m di altezza alle 16:00 di un giorno tipo del mese di luglio risulta circa 29°C nello scenario con gli alberi e 31°C nello scenario senza.

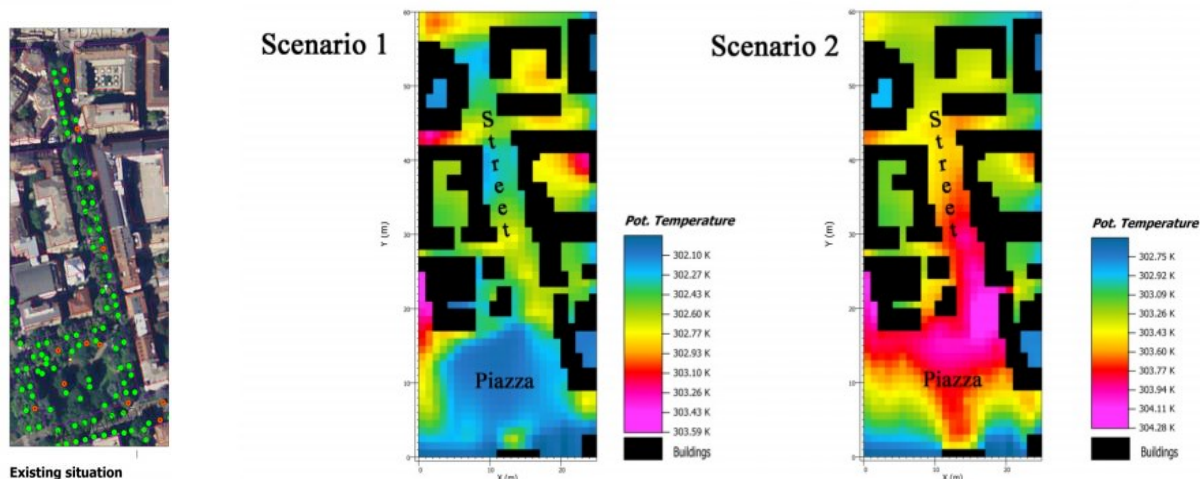


Figura 13
catasto degli
alberi presenti

Figura 14 Simulazioni di temperatura a due metri di altezza alle ore 16:00 per lo Scenario 1 in cui è presente la vegetazione e per lo Scenario 2 in cui non è presente la vegetazione. È evidente il marcato aumento di temperatura nello Scenario 2.
Fonte [6]

La vegetazione urbana gioca quindi più ruoli nel tessuto della città: oltre a diminuire localmente la temperatura dell'aria, favorisce la presenza di aree piacevoli per lo svago e l'aggregazione sociale e aumenta la permeabilità del terreno per prevenire le inondazioni.

Il Comune di Bolzano presenta numerosi spazi verdi. All'interno del territorio comunale sono infatti presenti aree verdi comunali distribuite su 2.252.578 mq. Di questi, le aree nel centro abitato sono costituite da 944.790 mq di verde attrezzato, 192.039 mq di arredo urbano e 120.614 mq di giardini scolastici. Il resto è diviso in boschi (838.135 mq) e verde presente nel cimitero. Il programma è di aumentare le aree verdi costruendone una nuova di circa 900 mq in Via Claudia Augusta e una nuova al Parco Mignone di circa 4.000 mq. Per quanto riguarda percorsi e sentieri, è stato recentemente riqualificato un "percorso dei castelli" intercomunale che collega diverse strutture storiche, si interverrà inoltre sistemando percorsi e passeggiate in località Virgolo, Peter Ploner e Colle. Il Comune di Bolzano mette inoltre a disposizione dei cittadini orti urbani con azioni aventi effetti congiunti sui su aspetti sociali che ambientali. Attualmente sono presenti in città 12750 mq di orti per cittadini e associazioni, il programma è di aumentarli nei prossimi anni di ulteriori 2800 mq per far fronte alla continua richiesta.

Promozione dei tetti verdi - V2

Anche la vegetazione presente sulle coperture degli edifici permette di abbassare la temperatura dell'aria e ridurre l'effetto isola di calore, ottimizzando lo spazio urbano. Inoltre, l'utilizzo di coperture verdi contribuisce a una maggiore efficienza energetica dell'edificio, consentendo di diminuire i consumi energetici. La Figura 15 a-n, rappresenta la differenza di

temperatura durante una tipica giornata estiva a 2 m di altezza rispetto al terreno con diverse percentuali di tetti verdi e cool roofs (quantità percentuale di tetti verdi sui tetti totali pari al: 30% Figura 15 a,d,g,l, 60% Figura 15b,e,h,m, e 60% di cool-roof Figura 15c,i,f,n) rispetto allo stato attuale.

Lo studio è stato condotto dalla Libera Università di Bolzano [5] e quantifica gli effetti delle coperture verdi, mostrando che esse consentono di ridurre la temperatura fino a un massimo di 1°C. Inoltre, le coperture verdi contribuiscono alla riduzione dei consumi energetici degli edifici sia durante il periodo invernale (di circa il 5%) sia durante il periodo estivo (circa il 4%), grazie al maggiore isolamento delle coperture edilizie. Per completezza, lo scenario con tetti verdi è stato raffrontato anche con lo scenario con tetti cool roof (ad alto albedo). Lo scenario che simula l'applicazione dei cool-roof riporta dei benefici simili (sia sul clima esterno che sui consumi energetici) a quelli ottenuti con l'applicazione di coperture verdi durante il periodo estivo, mentre un incremento dei consumi (di circa il 2%) si verifica durante il periodo invernale. Alla luce di questi risultati è necessario condurre un'analisi accurata al fine di ottimizzare i benefici delle diverse misure di mitigazione, tenendo in considerazione le condizioni climatiche del luogo.

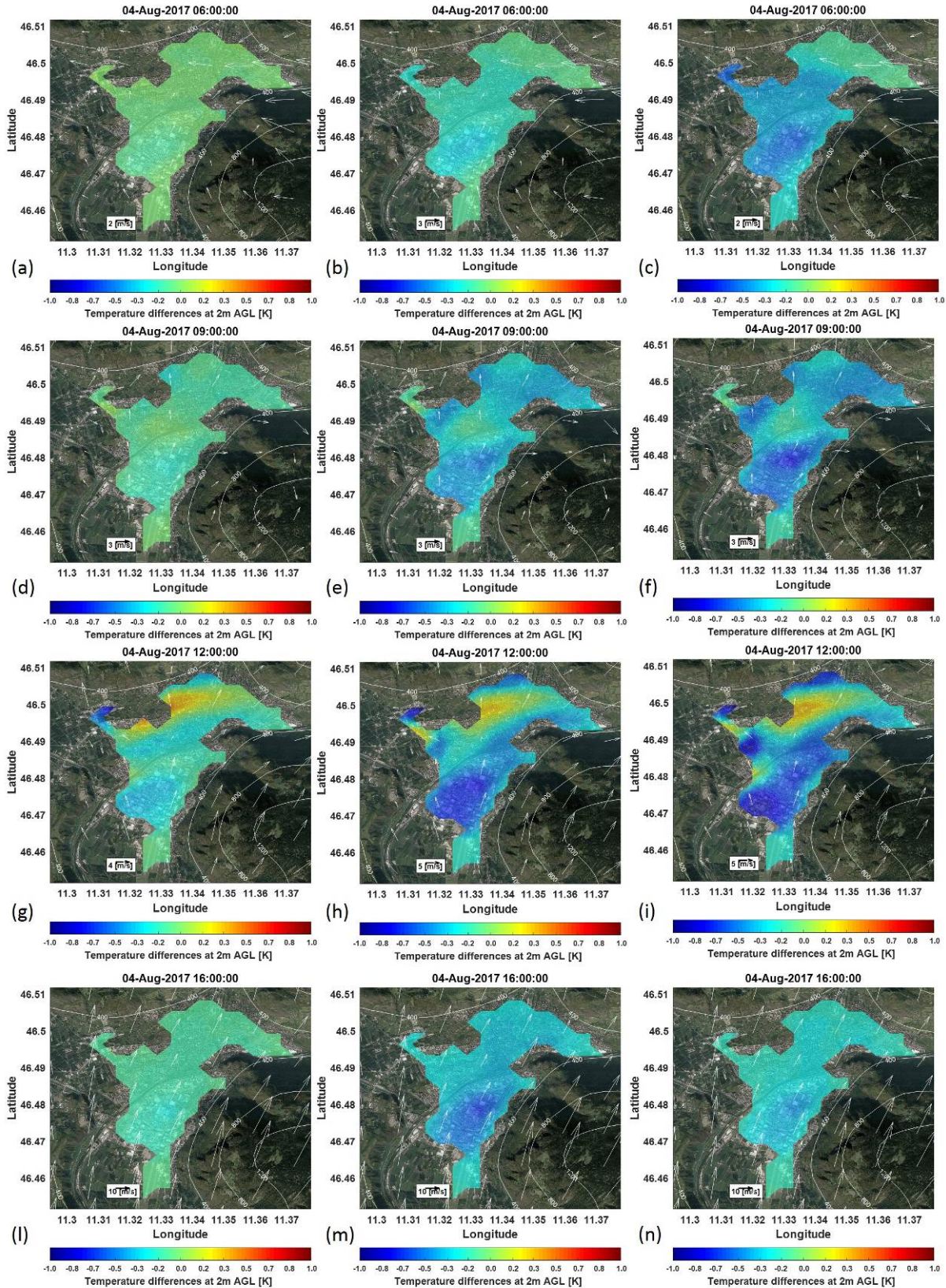


Figura 15 Differenza di temperatura in alcune ore del giorno per diverse percentuali di copertura di tetti: 30% a,d,g,l; 60% (copertura massima possibile) b,e,h,m; 60% cool-roofs c,f,i,n. Fonte: Phd thesis di Gianluca Pappaccogli [5].

Secondo l'ENEA (<http://www.enea.it/it/Stampa/news/ambiente-un-cappotto-verde-per-case-piu-fresche-in-estate-e-bollette-meno-care>) tetti e facciate verdi consentono in estate di ottenere risparmi fino al 15% sulla bolletta di energia per raffrescamento, abbattendo il flusso termico del 40% e riducendo la temperatura interna fino a 3°C. In inverno il risparmio per riscaldamento arriva al 10% grazie all'effetto camino tra la parete e la coltre vegetale creando una ventilazione naturale che toglie umidità alle pareti esterne, riducendo la dispersione termica dell'edificio. Inoltre, destinare al verde tetti, terrazzi e pareti di singole abitazioni e condomini significa anche ridurre gli effetti delle cosiddette 'bombe d'acqua': i tetti e i terrazzi infatti rappresentano il 20% della superficie totale delle città e ricoprirli di vegetazione permetterebbe di assorbire fino al 50% di acqua piovana regolandone il deflusso nel sistema idrico della città, oltre a migliorare la qualità dell'aria, visto che 25 mq di superficie vegetale generano ossigeno per una persona, mentre 1 mq elimina 0,2 kg di particolato in aria.

Sul tema dei tetti verdi, il Comune di Bolzano collabora con Eurac research e con la Provincia Autonoma di Bolzano. La collaborazione mira principalmente ad incentivare i privati (in particolare i proprietari di capannoni ed edifici produttivi nella zona di Bolzano Sud) a rendere verdi i tetti degli edifici esistenti. Per sensibilizzare e informare sugli effetti dei tetti si è svolto il 17 aprile 2018 il Convegno „Da grigio a verde“ e sono in programma altri eventi divulgativi. Nel 2018 è stata pubblicata inoltre la „Guida pratica alla norma UNI 11235 - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde“ (disponibile al sito <https://www.idm-suedtirol.com/it/pubblicazioni/10-copertura-a-verde.html>) rivolta a progettisti e a professionisti del settore. La collaborazione con Eurac research sul tema dei tetti verdi nella zona produttiva proseguirà nei prossimi anni. Si stanno infatti tenendo alcuni tavoli di confronto che coinvolgono anche la Provincia Autonoma di Bolzano per sviluppare un processo di attivazione imprenditoriale, volto ad utilizzare i tetti verdi come infrastrutture ecologiche/verdi.

Monitoraggio degli alberi e attività di piantumazione - V3

Nel Comune di Bolzano vivono circa 12.000 alberi su suolo pubblico, già censiti all'interno del catasto comunale sul verde urbano. 6.000 alberi si trovano lungo le vie, 4.200 nei parchi, 800 nei cortili delle scuole e 900 nel cimitero. Di questi, circa 1.300 sono alberi tutelati, con un diametro maggiore di 50 cm misurato a 1.30 m da terra. Per prevenire i danni del maltempo su questo tipo di vegetazione c'è bisogno di un monitoraggio continuo del loro stato attraverso controlli periodici. L'attività del Comune è dunque di prevenzione della caduta, di abbattimento delle piante nei casi ritenuti assolutamente necessari e di piantumazione di nuovi alberi. Il numero di alberature comunali incrementa ogni anno mediamente di 80 unità, nel corso dell'anno 2018 è stato di 350 e attualmente è in fase di elaborazione un progetto per aumentare le nuove piantumazioni nelle zone più carenti della città. Inoltre, il Comune ha già attivo un catasto degli alberi che censisce ogni pianta descivendone le principali caratteristiche.

7.4.2 Riduzione dei consumi energetici

Le azioni di riduzione dei consumi energetici consentono di mitigare i cambiamenti climatici diminuendo le emissioni di CO₂ ed hanno effetti quantificabili.

Promozione del risanamento degli edifici residenziali e dell'installazione di impianti per produzione di energia rinnovabile- E1

Una delle azioni fondamentali per la riduzione delle emissioni di CO₂ è il risanamento energetico degli edifici residenziali privati. La riduzione delle emissioni di CO₂ prevista per questa azione all'interno del Comune di Bolzano è di 132.454 tonnellate. Queste corrispondono al 25,4% in meno di CO₂ totale emessa rispetto al 2010. L'azione considera la forte spinta al risanamento data dai contributi messi a disposizione dalla Provincia Autonoma di Bolzano e delle detrazioni fiscali a livello nazionale. Infatti, a partire dal 2017 sono a disposizione contributi fino al 70% per

risanare i condomini con più di 5 unità immobiliari e portarli al minimo in classe CasaClima C o R. I calcoli di riduzione di CO₂ sono stati eseguiti con le seguenti ipotesi:

- 1) la riduzione dei consumi energetici degli edifici risanati viene considerata del 55%, passando da 180 kWh/m² medi per un edificio esistente a 70 kWh/m² di un edificio risanato in classe CasaClima C;
- 2) il tasso annuo di efficientamento energetico (calcolato a partire dal 2019) viene stimato al 4.3% grazie alla presenza degli incentivi provinciali e delle detrazioni fiscali nazionali;
- 3) oltre agli interventi di risanamento energetico viene considerata anche la riduzione del 20% dei consumi termici data dall'obbligo di contabilizzazione individuale del calore (già prevista anche nel PAES).

Il risanamento degli edifici privati è portato avanti dai singoli proprietari ma il ruolo del Comune è determinante per stimolare e sensibilizzare la popolazione evidenziando i vantaggi di questi interventi in termini di ritorno economico, di aumento del comfort ambientale e di mitigazione del cambiamento climatico. Per questa azione di promozione del risanamento energetico dei condomini, il Comune di Bolzano collabora con la Libera Università di Bolzano al progetto "Sviluppo di strategie di risanamento energetico per il parco edilizio privato del Comune di Bolzano" per la definizione di una strategia di incentivazione e comunicazione per la riqualificazione energetica del parco edilizio privato, in particolar modo residenziale, presente nel territorio comunale. Il progetto prevede lo svolgimento di incontri e interviste agli attori che partecipano al processo di riqualificazione, l'analisi delle strategie di incentivazione alla riqualificazione attualmente in vigore, l'individuazione delle criticità e dei punti di forza dell'attuale sistema di incentivazione alla riqualificazione del parco edilizio privato, lo sviluppo di un piano per il superamento degli attuali ostacoli e per l'incremento del tasso di riqualificazione degli edifici nel Comune di Bolzano, il supporto scientifico per la comunicazione e la sperimentazione di tale piano. Inoltre, dal 2017 il Comune partecipa insieme ad ANACI, IDM, Provincia di Bolzano, Comune di Merano, IPES, Alperia, APE, EURAC, Legambiente e CNA a un tavolo di lavoro il cui scopo è *"di facilitare i risanamenti energetici efficaci dei condomini, assieme ai proprietari, migliorando la gestione del processo decisionale, i lavori e la qualità dei risultati, i controlli, la trasparenza, la formazione e la soddisfazione degli utenti"*. Il tavolo ha organizzato l'8.03.2018 presso il NOI Techpark di Bolzano il convegno "Condomini a basso consumo" che ha visto la partecipazione di enti ed attori locali attivi nel settore del risanamento energetico e del meteorologo dott. Luca Mercalli. Sempre al fine di stimolare i privati e fornire esempi virtuosi il Comune porta avanti anche il risanamento dei propri edifici di edilizia sociale (vedi azione E5).

Un'ulteriore riduzione di 7.888 tCO₂ è attesa dalla installazione sui tetti degli edifici privati di impianti solari termici e fotovoltaici. L'azione era già presente nel PAES, è stata aggiornata partendo dai dati di produzione calcolati per il 2017 e aumentandoli del 20%, considerando l'incidenza positiva dei contributi provinciali e nazionali.

Espansione della rete di teleriscaldamento - E2

L'energia distribuita tramite la rete di teleriscaldamento viene prodotta da un termovalorizzatore alimentato dai rifiuti urbani (RSU). Nel 2017 il termovalorizzatore ha bruciato 123.332 ton di rifiuti ed ha prodotto 55.561 MWh di energia termica e 91.334 MWh di energia elettrica (al netto dell'autoconsumo). Il 51% dei rifiuti conferiti all'inceneritore è classificato come biomassa (dati da analisi merceologica coerenti anche con i dati del report provinciale), e quindi neutrale per quanto riguarda le emissioni di CO₂. Nel 2030, quando il termovalorizzatore lavorerà a regime, le tonnellate di rifiuti bruciate saliranno a 130.000 producendo 144.000 MWh di energia termica, che sarà assorbita dalla rete di teleriscaldamento, e 91.000 MWh di energia elettrica. È previsto che la frazione di rifiuti biodegradabili rimanga invariata al 51%. Il bilancio totale di produzione di CO₂ nel 2030 sarà pari a 4.568 t, considerando che l'energia termica prodotta sostituirà le caldaie dei singoli edifici. Nel 2010, anno di riferimento del PAES, non era ancora stato costruito il nuovo termovalorizzatore ed era invece attivo un impianto che bruciava 70.000 tonnellate di rifiuti e produceva 28.000 MWh di energia

termica e 22.500 MWh di energia elettrica. La frazione organica era pari al 51% e le emissioni totali di CO₂ risultavano 23.161 t. La riduzione di emissioni nel 2030 rispetto al 2010 sarà pari a 17.739 tCO₂, il 3,4 % delle emissioni totali all'interno del Comune di Bolzano. La previsione è strettamente legata allo sviluppo della rete di distribuzione del teleriscaldamento e all'effettivo allaccio degli edifici. L'azione era già prevista nel PAES ma i risultati sono stati ricalcolati alla luce dei dati aggiornati sul nuovo impianto.

Promozione della chiusura delle porte dei negozi - E3

Il Comune di Bolzano promuove l'iniziativa per negozi ed esercizi commerciali di tenere chiuse le porte di ingresso durante le stagioni di riscaldamento e raffrescamento. A chi partecipa all'iniziativa viene fornito un adesivo con la scritta „Save energy - Close the door“. L'iniziativa riprende quanto già proposto in Inghilterra (informazioni al sito <http://www.close-the-door.org.uk/>). L'azione ha lo scopo di premiare i negozi virtuosi e sensibilizzare la popolazione sul risparmio energetico. Prevedendo l'adesione di circa il 50% dei negozi, si stima una riduzione di emissioni di CO₂ di circa 745 t, pari allo 0,14% delle emissioni totali nel 2010. Il calcolo è stato eseguito considerando un consumo medio di circa 170 kWh/mq anno di riscaldamento dei negozi virtuosi, che tenevano le porte chiuse (stima effettuata sulla base dei dati dal 2010 al 2014 di una farmacia comunale), contro i 260 kWh/mq consumati da chi tiene le porte aperte. I benefici della chiusura delle porte si ripercuotono anche sulla diminuzione dei consumi di raffrescamento, che però qui non è stata tenuta in considerazione per mancanza di dati certi.

Monitoraggio dei consumi energetici delle utenze comunali - E4

Il Comune di Bolzano monitora annualmente i consumi energetici di tutte le sue utenze e pubblica regolarmente il "Report energetico". La contabilizzazione avviene sulla base delle bollette e viene riportata nel software EBO (EnergieBericht Online) messo a disposizione dall'Agenzia CasaClima ai Comuni che partecipano al programma ComuneClima.

Risanamento energetico degli edifici comunali - E5

Il Comune di Bolzano sta progressivamente risanando i propri edifici. Il risanamento avviene con mezzi propri o grazie a finanziamenti provinciali, nazionali ed europei es. FP7 (SINFONIA), GSE (Conto Termico) e FESR. La riduzione delle emissioni attesa attraverso questa azione è di 2.083 t di CO₂, pari allo 0,40% delle emissioni totali nel 2010. La stima è rimasta coerente con quanto previsto all'interno del PAES. L'azione si contraddistingue per la grande esemplarietà nei confronti dei cittadini privati che hanno a disposizione delle *best practises* a cui ispirarsi per il risanamento del loro edificio privato.

Efficientamento dell'illuminazione pubblica - E6

Il Comune di Bolzano ha già sostituito una parte importante delle lampade tradizionali per l'illuminazione pubblica con lampade a led, più efficienti. Queste azioni consentiranno di ridurre le emissioni di CO₂ del 0,6% nel 2030 rispetto al 2010. L'azione era già prevista nel PAES e le emissioni sono già diminuite di 3.125 tCO₂ dal 2010 al 2017 grazie alle sostituzioni effettuate finora; vista l'elevata efficacia l'azione è stata potenziata nel PAESC.

Installazione di impianti per la produzione di energia rinnovabile sugli edifici pubblici - E7

Il Comune di Bolzano continua l'azione prevista nel PAES di incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili. In fase di costruzione o di ristrutturazione degli edifici pubblici, in particolare delle scuole, viene prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici sul tetto (se possibile combinati con un tetto verde) che permettono di accedere agli incentivi previsti dal GSE (Gestore Servizi Energetici) per il meccanismo di scambio sul posto (SSP). Gli impianti consentono di coprire su una scuola tipo circa il 20% dei consumi di energia elettrica. Considerata nel complesso la riduzione delle emissioni cittadine dovuta all'azione è contenuta,

si tratta infatti circa del 0,1% sul totale, ma è importante come azione esemplare di sensibilizzazione per i cittadini.

7.4.3 Riduzione delle emissioni nel settore del trasporto pubblico e privato

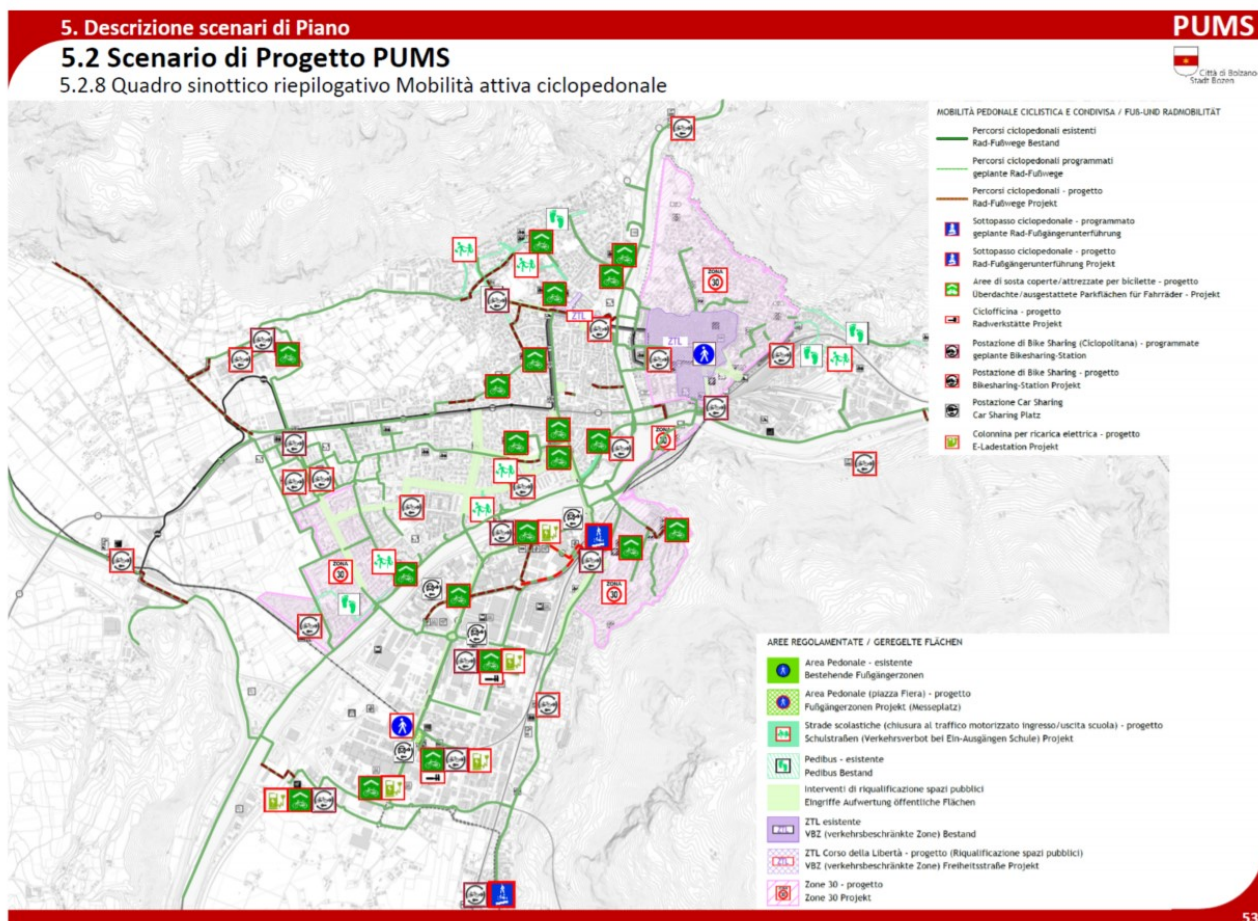
Le riduzioni di emissione di CO₂ per gli interventi sulla mobilità sono pari complessivamente a 44.729 t, l'8,6 % delle emissioni totali rispetto al 2010. Le azioni sono state aggiornate rispetto a quanto previsto nel PAES in seguito all'adozione del PUMS (Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile) e all'aumento del mercato delle auto ad alimentazione elettrica.

Adozione del Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (PUMS) - M1

Il Comune di Bolzano sta approvando il nuovo PUMS (Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile). L'obiettivo prioritario del piano è ridurre la mobilità automobilistica e le connesse emissioni inquinanti, a partire dalla componente di scambio tra la città di Bolzano e il territorio extraurbano che, se si considera anche la componente di attraversamento autostradale, oggi rappresenta oltre il 50% del traffico motorizzato che interessa l'area urbana. Per cogliere questo obiettivo, il PUMS propone una strategia integrata che si fonda sul completamento del potenziamento della viabilità di reciproca interconnessione tra le principali direttrici di traffico extraurbano per alleggerire la rete stradale urbana delle componenti di traffico che attualmente, non avendo altre alternative, sono costrette ad utilizzare la viabilità interna alla città. Per quanto riguarda il trasporto pubblico, il PUMS definisce le caratteristiche della rete portante in cui figurano diverse linee di metrobus elettrici che attraversano Bolzano nelle 4 direzioni principali. L'obiettivo finale del PUMS è di rendere disponibile un sistema di infrastrutture e di servizi, che includono anche l'infomobilità, finalizzato a far percepire agli utenti la mobilità come un servizio che può essere variamente modulato sulla base delle specifiche esigenze personali. Per una descrizione completa si rimanda al documento, disponibile al sito http://www.comune.bolzano.it/mobilita_default.jsp?ID_LINK=3719&area=18.

Per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di CO₂, la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) del PUMS ha previsto rispetto allo stato attuale una riduzione del 2% nel territorio comunale e del 6% considerando solo il centro abitato. La stima è cautelativa perché non considera l'efficientamento del parco mezzi e l'effetto del completamento della rete delle piste ciclabili. Se si considera inoltre la previsione di aumento dei chilometri che verranno percorsi nel 2030, la riduzione di emissioni arriva oltre l'8% per la città compatta. Per il calcolo della riduzione delle emissioni dovute alla mobilità nel presente documento è stata considerata la riduzione delle emissioni che si è avuta nel 2017 rispetto al 2010 e a questo valore è stata aggiunta la riduzione delle emissioni calcolata nella VAS del PUMS.

La riduzione di emissioni legate alla mobilità che ci si aspetta di ottenere (ad esclusione dell'aggiornamento del parco mezzi circolante, descritto nell'azione M4) è quindi di 21.293 tCO₂, circa il 4,1 % delle emissioni totali nel Comune di Bolzano rispetto al 2010.



53

Figura 16 Mobilità ciclopeditone

Piano di area per la mobilità di Bolzano SUD e progetto di mobility management aziendale - M2

Per far fronte allo specifico problema del traffico congestionato nella zona di Bolzano Sud, in prevalenza artigianale, industriale e commerciale, che si estende per circa 3.9 kmq (vedi Figura 17 e Figura 18), il Comune di Bolzano ha elaborato il Piano di Area per la Mobilità Sostenibile e attivato il progetto di Mobility Management aziendale. Il Piano di Area ha stabilito 6 principi operativi che sono stati sviluppati e recepiti nel PUMS: Bolzano Sud come sistema cerniera tra il casello autostradale di Bolzano Sud, la SS.38, la SS12 e le aree centrali della città; Bolzano Sud come polo accessibile per agevolare gli spostamenti Casa-Lavoro e Casa-Scuola; Bolzano Sud come luogo della trasformazione urbana sostenibile in cui favorire le condizioni per un armonico e progressivo processo di riconversione dell'area in cui rendere compatibili le diverse tipologie di attività presenti; Bolzano Sud come nuova porta della città per creare un nodo intermodale di interscambio tra l'auto privata e il trasporto pubblico verso il centro città; Bolzano Sud come incubatore della mobilità condivisa per creare forme di mobility management e di logistica collaborativa. Quest'ultimo principio è stato ripreso nel progetto di Mobility Management aziendale (MMAz) condotto dal Comune di Bolzano, Ökoinstitut ed eurac research con alcune aziende che hanno la sede nella zona di Bolzano Sud. Il progetto ha proposto delle soluzioni per la riduzione dei flussi di traffico legati alle attività delle aziende (es. spostamenti abituali dei dipendenti, viaggi di servizio, trasporto merci) con una molteplicità di possibili campi di azione (Figura 19). All'interno del progetto sono state selezionate tre aziende pilota con sede a Bolzano Sud, SPORTLER S.p.A., SASA S.p.A., e FIERA DI BOLZANO, con cui sono stati condotti incontri per condividere gli obiettivi del percorso di MMAz, per comprendere esigenze e problematiche aziendali legati alla mobilità, per chiarire le modalità più adatte per l'implementazione e per

concordarne le tempistiche di attuazione. Il MMAz è attualmente in fase di implementazione da parte delle aziende.

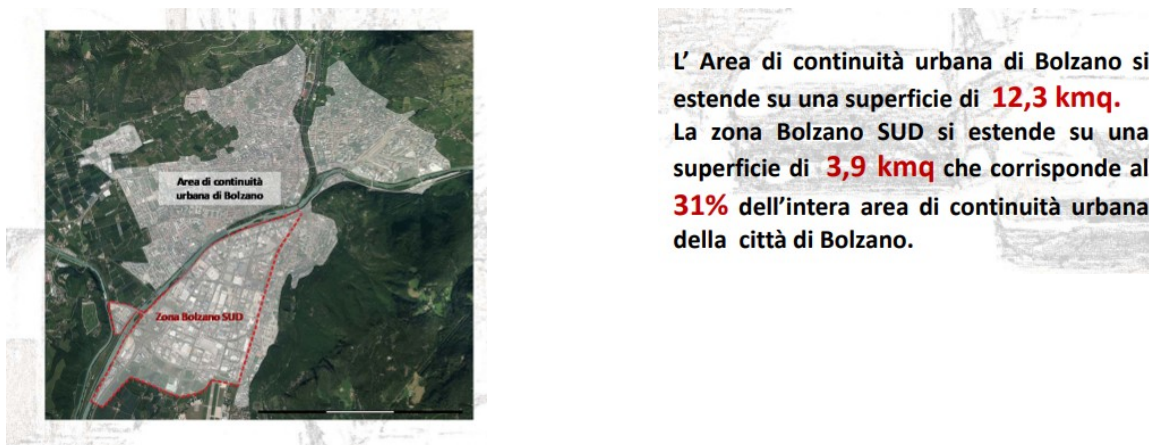


Figura 17 Bolzano Sud, zona critica per i problemi di traffico

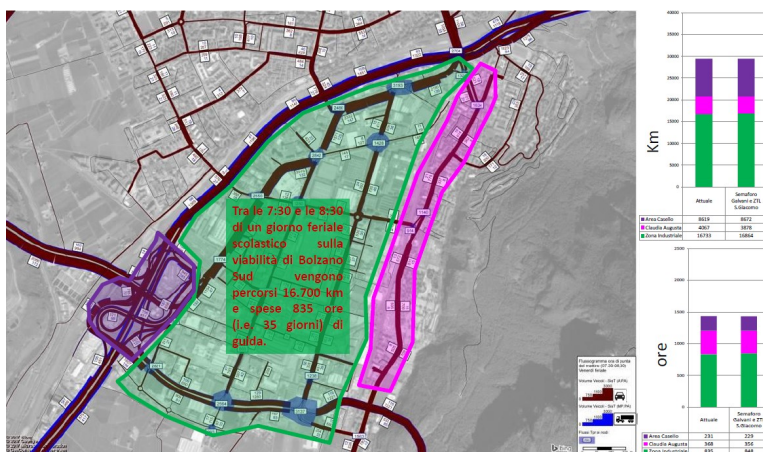


Figura 18 Stato attuale del traffico nelle ore di punta del mattino nella zona di Bolzano Sud

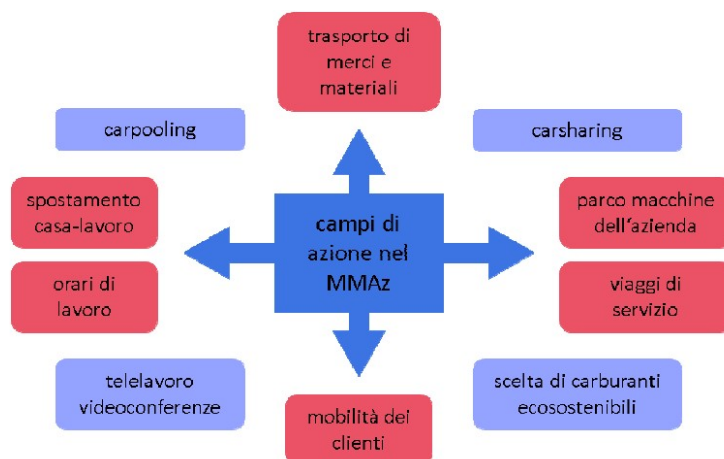


Figura 19 Campi di azione del mobility management aziendale

Realizzazione di nuove piste ciclabili e della ciclopolitana telematica- M3

Il Comune di Bolzano ha realizzato, in collaborazione con la Società Apollis, uno studio sulla mobilità delle famiglie nel corso del 2017 [7], da confrontare con i dati dei 6 anni precedenti. Da

questo emerge principalmente che le modalità di spostamento dei bolzanini nei giorni feriali nell'estate del 2017 sono così divise: il 29% delle famiglie utilizza l'automobile, il 29% si muove a piedi, il 26% in bicicletta, il 10% con i mezzi pubblici ed il 5% in moto. I dati sono simili a quelli degli anni precedenti, l'unica variazione significativa riguarda l'incremento degli spostamenti in bicicletta.

Per aumentare ulteriormente la quota di spostamenti in bicicletta, il Comune di Bolzano sta lavorando a una rete di completamento di piste ciclabili (Figura 20) e al progetto "ciclpolitana telematica". Quest'ultimo prevede la realizzazione di una ciclovia composta da una rete interconnessa di piste ciclabili, attrezzata con strutture e tecnologie avanzate su cui implementare un servizio di noleggio diffuso, integrato e interoperabile con le altre modalità di trasporto presenti nella città di Bolzano. Tale rete prevede inoltre un servizio di Bike Sharing con 8 velostazioni dislocate nei punti strategici di accesso della città e oltre 100 bici a disposizione (anche a pedalata assistita), servizi annessi (APP, INFO, ecc...) e la messa in sicurezza dei percorsi (attraversamenti, illuminazione pubblica intelligente, telecamere, colonnine SOS). Il progetto è cofinanziato dal Ministero dell'ambiente per una quota pari al 59,72% del costo complessivo.

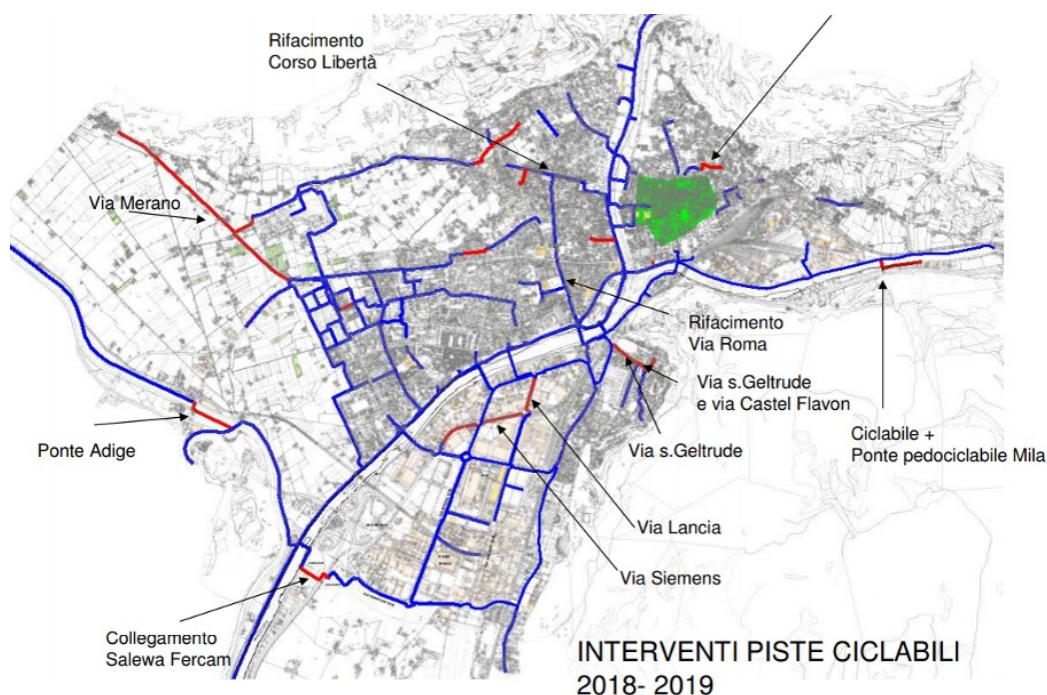


Figura 20 Ampliamento della rete di piste ciclabili



Figura 21 Il sistema di videosorveglianza e di colonnine SOS del progetto ciclopolitana



Figura 22 Le otto velostazioni di bike sharing a bolzano

Promozione della mobilità elettrica - M4

La mobilità elettrica all'interno del territorio comunale è uno dei settori chiave di intervento per la riduzione delle emissioni di CO₂ legate ai trasporti. In Figura 23 è riportato l'andamento dei veicoli elettrici immatricolati in Provincia (rosso) e dei veicoli elettrici dei soli residenti nel Comune di Bolzano (viola) dal 2009 al 2018. I dati sono stati forniti dalla STA- Strutture Trasporto Alto Adige SpA. Sebbene il numero dei veicoli elettrici sia ancora ridotto, è evidente che il trend della mobilità elettrica è in continua crescita negli anni. L'obiettivo del Clean Energy Ministerial a livello europeo messo in atto con la campagna EV30@30 (<http://www.cleanenergyministerial.org/campaign-clean-energy-ministerial/ev3030-campaign>) prevede di arrivare al 30% delle vendite di auto elettriche nel 2030. A livello nazionale le stime di incidenza degli autoveicoli elettrici sul parco auto circolante variano per il 2030 tra il 5% e il 24% [8]. Considerando che in Provincia di Bolzano sono presenti incentivi provinciali di 4.000 euro sull'acquisto di veicoli elettrici per i privati e aziende e che il passaggio alle auto elettriche è facilitato dall'installazione di nuove colonnine e spazi di ricarica nei principali parcheggi della città, si stima che il Comune di Bolzano arriverà nel 2030 a circa il 30% dei veicoli totali circolanti. A livello locale il maggiore installatore di colonnine di carica per veicoli elettrici è Alperia Smart Services srl. L'energia erogata dalle colonnine di carica è prodotta principalmente da centrali idroelettriche ed è rinnovabile al 100%. Questo permette di considerare nulle le emissioni di CO₂ per produrre l'energia destinata ai trasporti elettrici, con una riduzione di emissioni di CO₂ di 26.040 t, circa il 5% delle intere emissioni del 2010. L'azione non era presente nel PAES.

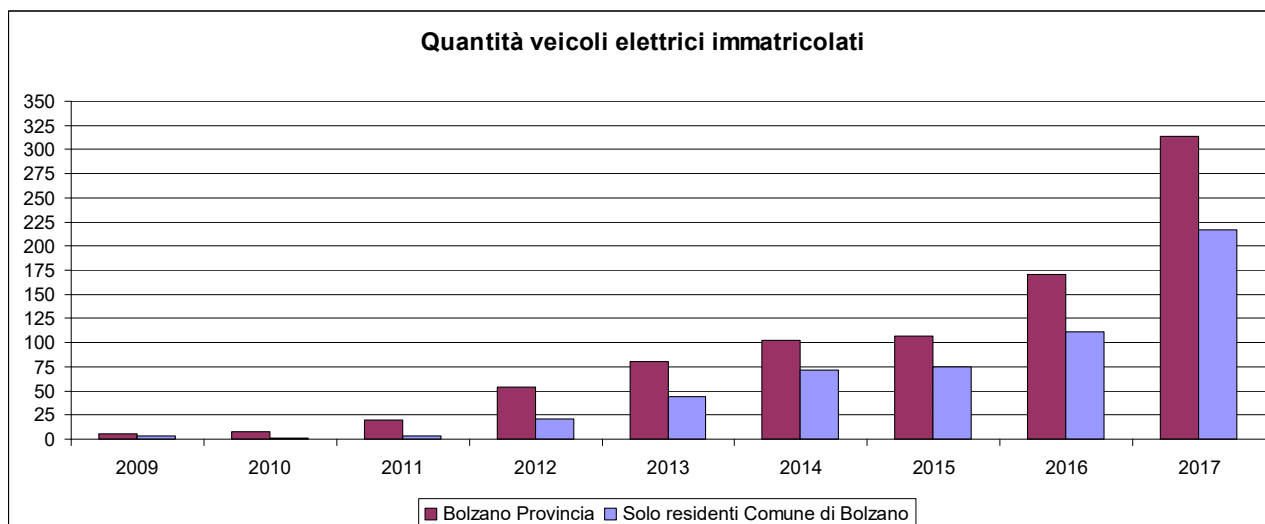


Figura 23 Andamento delle immatricolazioni dei veicoli elettrici in Provincia di Bolzano. Dati di origine: STA- Strutture Trasporto Alto Adige SpA

7.4.4 Interventi su infrastrutture

Manutenzione tubazioni interrato per smaltimento acque meteoriche - G1

Come descritto nel paragrafo 3.2, Bolzano è stata colpita da forti precipitazioni nel luglio 2017 che hanno causato allagamenti importanti. In particolare, la zona di Rencio (a est di Bolzano) è stata colpita in maniera molto violenta. Per prevenire altri episodi simili, il Comune ha previsto che i proprietari degli immobili della zona provvedano alla pulizia dei canali di scolo delle acque meteoriche che corrono sotto le abitazioni. Questo permette un maggiore deflusso delle acque nei canali e diminuisce conseguentemente il rischio di allagamenti. L'obbligo di intervento verrà esteso anche ad altre aree della città e sarà in capo ai privati per le parti di infrastrutture che corrono nelle loro proprietà, mentre verrà effettuato dalla SEAB (Società dei Servizi Ambientali del Comune di Bolzano) per le parti che cadono su suolo pubblico.

Aumento delle zone permeabili - G2

Bolzano ha introdotto nel 2004 all'interno del proprio Regolamento Edilizio comunale l'indice di qualità ambientale R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio) che certifica la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo. L'obiettivo è di garantire in sede di nuove costruzioni, ampliamenti o ristrutturazioni una percentuale minima di superficie permeabile per permettere l'assorbimento delle acque meteoriche e per ridurre gli allagamenti e gli effetti isola di calore. L'indice R.I.E. ha rappresentato un esempio di *best practice* tuttora all'avanguardia a livello europeo. L'azione prevede l'aumento dell'indice R.I.E. minimo per determinate categorie di edifici e per alcune zone della città e la possibile introduzione di un più ampio indice R.I.A. (Riduzione Impatto Ambientale).

Interventi per la prevenzione del pericolo di frane - G3

Per la prevenzione delle frane vengono eseguite opere di contenimento sui versanti a rischio. Le nuove opere vengono realizzate in base ad un ordine di priorità, definito come descritto nel Piano delle Zone di Pericolo (vedi paragrafo sui piani preventivi). Le opere già esistenti sono soggette a manutenzione periodica.

7.4.5 Piani preventivi per la riduzione dei rischi

Nuovo Piano Comunale di Protezione Civile - PP1

Nel 2017 il Comune di Bolzano si è dotato del nuovo piano della protezione civile. In questo sono contenute le misure da adottare in caso di incidenti per cause naturali: alluvioni, nevicate

abbondanti, caduta massi, incendi boschivi; cause socio-sanitarie, come eventi a grande afflusso di pubblico; rischi di natura tecnologica; incidenti chimici da trasporto; incidenti industriali. Inoltre, tutte le vecchie sirene analogiche del sistema di allerta di protezione civile sono state sostituite con sistemi digitali aggiornati e sono stati installati i nuovi cartelli di indicazione delle aree di raccolta della popolazione in caso di calamità. Come attività di divulgazione, è stata realizzata una brochure per la cittadinanza sul comportamento da tenere in situazioni di pericolo.

Piano emergenza caldo estivo per anziani - PP2

Per far fronte al problema delle ondate di calore estive, Il Comune di Bolzano, in collaborazione con ASSB e diverse associazioni cittadine, partecipa già da anni al piano “Emergenza caldo - Un'estate da brivido”, attivo da metà giugno fino a fine estate. Il piano prevede di mettere a disposizione locali climatizzati per anziani in cui trascorrere le giornate più calde (livelli 2 e 3 del bollettino nazionale del sistema di allarme per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute) partecipando ad attività di socializzazione e di intrattenimento. Il progetto prevede inoltre l'attivazione di un numero verde a cui ci si può rivolgere per il trasporto gratuito presso le strutture.

Piano delle Zone di Pericolo - PP3

Il Comune di Bolzano si è dotato nel 2017 del Piano delle Zone di Pericolo del suo territorio (Figura 24). Nel piano sono mappate le zone con diverso grado di pericolo idrogeologico da frana e idraulico. Le aree sono suddivise in 4 classi di pericolo a gravosità crescente: 1.esaminato e non pericoloso, 2.medio, 3.elevato, 4.molto elevato.

Il rischio idrogeologico è generato dalla presenza di elementi caratterizzati da un certo valore e da una certa vulnerabilità in aree soggette a pericoli idrogeologici.

I livelli di rischio previsti sono i seguenti:

- **moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- **medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

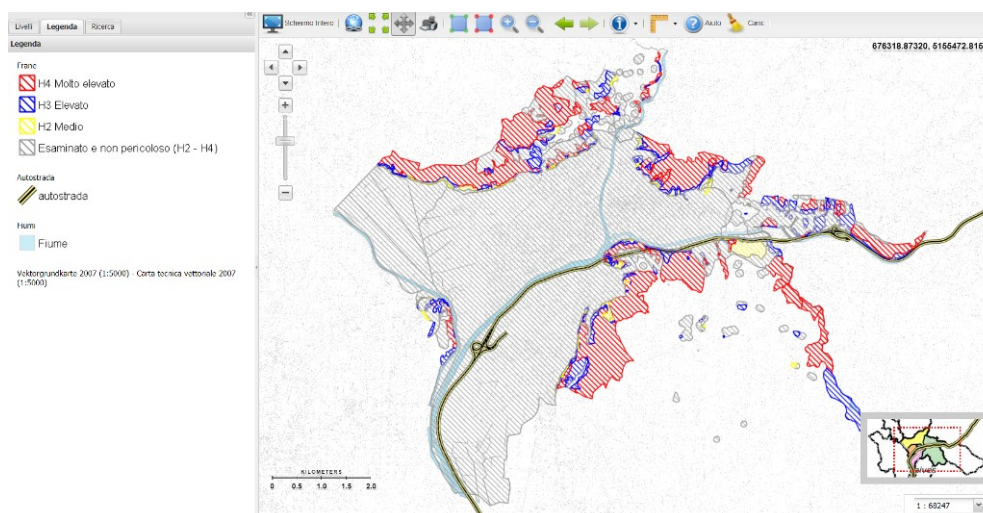


Figura 24 Mappa del piano delle zone di pericolo

Il PZP ha rappresentato il primo passo per la stesura di un piano di prioritizzazione degli interventi legato al rischio. In seguito alla sua approvazione è stato infatti elaborato un algoritmo che tenendo in considerazione l'entità del pericolo di frana di una zona, il numero di persone che la abitano e la vetustà delle eventuali opere di riduzione del pericolo già presenti, permette di ottenere un punteggio di priorità per stilare una graduatoria di zone da studiare e di conseguenza di interventi da eseguire. Per i pericoli di natura idraulica le priorità di intervento sono stabilite di concerto con l'Agenzia Provinciale per la Protezione Civile.

7.4.6. Azioni generali di informazione e sensibilizzazione della popolazione

Sportello energia e mappa on-line dei consumi energetici degli edifici - I1

Il Comune di Bolzano ha attivato dal 2017 uno "Sportello energetico" al servizio della cittadinanza con i seguenti scopi: 1) fornire informazioni relativamente agli interventi di efficientamento energetico che il cittadino può realizzare nell'ambito domestico (elettrodomestici, lampade, etc) e del proprio edificio (isolamento, etc.); 2) fornire supporto tecnico per individuare la miglior soluzione adottabile ed un'indicazione di massima sul possibile costo dell'intervento; 3) fornire informazioni relativamente agli incentivi economici a disposizione a livello nazionale e locale. Le schede informative dello Sportello energia sono disponibili on-line al sito http://www.comune.bolzano.it/ambiente_context02.jsp?ID_LINK=4970&area=68. Il cittadino che non trova le informazioni cercate sulle schede, può rivolgersi via mail all'indirizzo sportelloenergia@comune.bolzano.it e sarà contattato dai tecnici comunali. Il Comune di Bolzano ha inoltre realizzato una mappa dei consumi energetici di tutti gli edifici sul territorio comunale (disponibile on line al sito: http://www.comune.bolzano.it/ambiente_context02.jsp?ID_LINK=5016&area=68), riportata in Figura 25. Lo scopo della mappatura è di rendere i cittadini consapevoli dei propri consumi energetici. La mappa viene aggiornata ogni anno con i consumi più attuali disponibili.

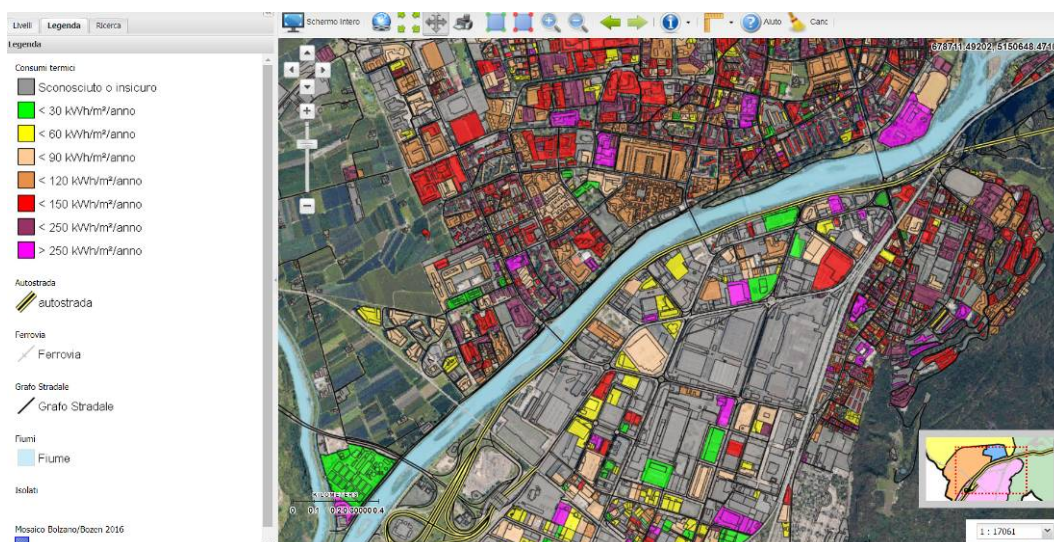


Figura 25 Mappa on line dei consumi energetici degli edifici nel Comune di Bolzano

Realizzazione della brochure modello “Klima-Sparbuch” - I2

Il Comune sta portando avanti una campagna di sensibilizzazione della popolazione sui temi della lotta e adattamento ai cambiamenti climatici, passaggio alle energie rinnovabili, risanamento degli edifici, risparmio energetico domestico, riduzione degli sprechi di energia e risorse, rispetto della natura e dell'ambiente e mobilità sostenibile. La campagna prevede la realizzazione di una brochure modello “Klima-Sparbuch”, già usata con successo in Germania, che oltre alle informazioni contiene dei “coupon / buoni di acquisto” spendibili presso aziende locali particolarmente sensibili agli aspetti etici, di sostenibilità ambientale e di risparmio di risorse.

La brochure è stata presentata a gennaio 2020 e verrà distribuita nei Centri Civici della città e in occasione di 5 eventi tematici (1 per quartiere) che si svolgeranno nella primavera del 2020.

Adesione alle iniziative di Alleanza per il Clima - I3

Il Comune di Bolzano ospiterà la mostra “Siamo tutti testimoni - L'umanità alle prese con i cambiamenti climatici” promossa da Alleanza per il Clima Italia. La mostra prevede l'esposizione di 62 pannelli (31 in italiano e 31 in tedesco) che aiutano a collegare i problemi globali con le realtà locali, a dare un volto ai cambiamenti climatici e alle sue conseguenze attraverso testimonianze da diverse parti del globo. Sempre ai fini di sensibilizzazione, il Comune promuove la campagna “Una buona vita è semplice” proposta da Alleanza per il Clima, che prevede di mettere a disposizione dei cittadini alcune schede con esempi positivi da seguire nella vita quotidiana ed esortare le persone a integrare le azioni per il clima nelle loro vite e a diventare attivi nei campi della riduzione dei consumi, della mobilità e della nutrizione.

Newsletter rivolta ai dipendenti comunali - I4

Per sensibilizzare i dipendenti comunali, periodicamente viene mandata una newsletter con consigli e curiosità riguardanti temi di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento ambientale.

8. Tabelle riassuntive delle azioni di riduzione delle emissioni di CO₂

In Tabella 6 sono riassunte le emissioni di CO₂ inventariate nell'IBE del 2010 e le emissioni previste per il 2030 in seguito all'introduzione delle azioni di mitigazione. Le emissioni sono state aggregate per settore (termico, elettrico e traffico). La riduzione complessiva è del 40,65% con 211.654 tonnellate evitate. La percentuale supera la riduzione del 40% minimo previsto dall'adesione al PAESC.

Emissioni dovute a:	2010 [tCO₂]	2030 [tCO₂]	Evitate nel 2030 [tCO₂]	Riduzione dal 2010 al 2030 [%]
Energia termica + teleriscaldamento	225.300	71.375	- 153.925	68,32%
Energia elettrica	208.600	198.204	- 10.396	4,98%
Traffico	86.800	39.467	- 47.333	51,53%
Totale	520.700	309.046	- 211.654	40,65%

Tabella 6 Emissioni espresse in tonnellate di CO₂ divise secondo traffico, consumi termici ed elettrici

In Tabella 7 sono riportate le emissioni evitate rispetto al 2010 suddivise per i settori previsti dal PAESC (edifici comunali, residenziali, settore terziario, illuminazione pubblica, produzione locale di elettricità, produzione locale di calore/raffrescamento, illuminazione pubblica, trasporti).

Settore	Azione	Emissioni evitate [tCO₂ equivalente]	% riduzione di emissioni sul totale del 2010
Edifici comunali	E5 - Risanamento energetico degli edifici comunali	2.083	0,40%
	E7 - Installazione di impianti per la produzione di energia rinnovabile sugli edifici pubblici	287	0,06%
Edifici residenziali	E1 - Promozione del risanamento energetico degli edifici residenziali	132.454	25,44%
	E1 – Produzione di energia da pannelli fotovoltaici e da solare termico	7.888	1,51%
Settore terziario	E3 – Promozione della chiusura delle porte degli esercizi commerciali	745	0,14%
Produzione locale di calore ed energia elettrica	E4 - Teleriscaldamento	17.739	3,41%
Illuminazione pubblica	E6 - Efficientamento dell'illuminazione pubblica	3.125	0,60%
Trasporti	M1 - Adozione del PUMS	21.293	4,09%
	M3 - Promozione della mobilità elettrica	26.040	5,00%
		211.654	40,65%

Tabella 7 Riduzione delle emissioni di CO₂ divise per settore.

9. Raccolta delle schede di ogni azione

V - Settore Vegetazione	
AZIONE V1	Aumento della vegetazione urbana
	Azione di adattamento e mitigazione
Descrizione sintetica	Costruzione di nuove aree verdi, parchi, orti urbani, sistemazione di sentieri e passeggiate
Impatto	Riduzione dell'effetto isola di calore, del pericolo di inondazione
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	560.000 euro complessivi
Attori coinvolti	Uffici comunali, progettisti di spazi verdi, cooperative per la manutenzione del verde
Difficoltà	Media
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

V - Settore Vegetazione	
AZIONE V2	Promozione dei tetti verdi
	Azione di adattamento e mitigazione
Descrizione sintetica	Promozione della costruzione di tetti verdi su edifici privati, con particolare attenzione ai tetti dei capannoni nella zona ex-industriale di Bolzano Sud. Creazione di un tavolo di lavoro con altri attori locali come IDM e Eurac research
Impatto	Riduzione dell'effetto isola di calore, del rischio di inondazione
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	200.000
Attori coinvolti	Eurac resarch, IDM - Südtirol, Uffici comunali, Provincia Autonoma di Bolzano, privati proprietari di immobili, progettisti
Difficoltà	E' necessaria un'elevata qualità del progetto architettonico e un'alta competenza tecnica delle imprese installatrici della copertura a verde
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

V - Settore Vegetazione	
AZIONE V3	Monitoraggio degli alberi e attività di piantumazione
	Azione di adattamento e mitigazione
Descrizione sintetica	Controllo degli alberi per prevenirne la caduta e il danneggiamento a causa di eventi meteorologici, piantumazione di nuove piante
Impatto	Riduzione dell'effetto isola di calore
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	Da definire
Attori coinvolti	Giardineria comunale
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Molto elevata
Tempi di realizzazione	In corso

E - Settore Energia	
AZIONE E1	Promozione del risanamento energetico degli edifici residenziali e dell'installazione di impianti per l'energia rinnovabile
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Risanamento energetico degli edifici da parte dei privati, con particolare attenzione ai condomini, sfruttando i contributi provinciali che coprono fino al 70% delle spese di efficientamento.
Risultato	Riduzione dei consumi energetici degli edifici
Emissioni di CO ₂ evitate	132.454 t CO ₂ per efficientamento edifici 7.888 t CO ₂ per produzione da solare termico e fotovoltaico
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, considerato nuovo tasso di rinnovo degli edifici e maggiore produzione di energia rinnovabile da fotovoltaico e solare termico
Costi stimati per il Comune	13.000 euro
Attori coinvolti	Libera Università di Bolzano, proprietari di edifici, amministratori condominiali, banche
Difficoltà	Comunicare l'importanza degli interventi ai privati proprietari di edifici
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

E - Settore Energia	
AZIONE E2	Espansione della rete di teleriscaldamento
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Riduzione delle emissioni di CO ₂ grazie alla produzione di energia termica ed elettrica dall'inceneritore. L'energia viene fornita alla rete di teleriscaldamento e alla rete elettrica.
Risultato	Riduzione delle emissioni di CO ₂
Emissioni di CO ₂ evitate	17.739 tCO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, aggiornamento dati di produzione dell'inceneritore e nuova previsione di espansione della rete
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Eco center, Alperia, PAB, Comune
Difficoltà	Difficoltà tecnica di costruzione della rete. Difficoltà di convincere i cittadini ad allacciare gli edifici privati.
Fattibilità pratica dell'azione	Media
Tempi di realizzazione	In corso

E - Settore Energia	
AZIONE E3	Promozione della chiusura delle porte dei negozi e degli esercizi commerciali
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Promozione della chiusura delle porte dei negozi durante la stagione di raffrescamento e riscaldamento. Agli aderenti viene distribuito l'adesivo "We save energy - Close the door"
Risultato	Riduzione dei consumi energetici dei negozi
Emissioni di CO ₂ evitate	745 t CO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	800 euro per adesivi
Attori coinvolti	Negozianti
Difficoltà	Medio alta, paura dei commercianti di perdere clienti
Fattibilità pratica dell'azione	Media
Tempi di realizzazione	In corso

E - Settore Energia	
AZIONE E4	Monitoraggio dei consumi energetici delle utenze comunali
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Monitoraggio annuale dei consumi energetici delle utenze comunali e redazione di un report energetico pubblico
Risultato	Analisi delle potenzialità di risparmio energetico
Emissioni di CO ₂ evitate	-
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Nessuna
Fattibilità pratica dell'azione	Molto elevata
Tempi di realizzazione	In corso

E - Settore Energia	
AZIONE E5	Risanamento energetico degli edifici comunali
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Risanamento degli edifici comunali attraverso mezzi propri o grazie a progetti FESR, FP7 (Sinfonia) o GSE (Conto Termico)
Risultato	Riduzione dei consumi energetici degli edifici
Emissioni di CO ₂ evitate	2.083 t CO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	No
Costi stimati per il Comune	Da definire, interventi realizzati anche con contributi FESR, FP7 (progetto Sinfonia) e GSE (Conto Termico)
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Reperimento dei fondi, complessità nella gestione del cantiere
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso alcuni interventi, altri pianificati a breve e lungo termine

E - Settore Energia	
AZIONE E6	Efficientamento dell'illuminazione pubblica
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Efficientamento dell'illuminazione pubblica attraverso la sostituzione dei vecchi corpi illuminanti con nuove lampade a led
Risultato	Riduzione dei consumi energetici
Emissioni di CO ₂ evitate	3.125 t CO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione potenziata
Costi stimati per il Comune	Da definire, interventi ancora in corso
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Media
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso alcuni interventi, altri pianificati

E - Settore Energia	
AZIONE E5	Installazione di impianti per la produzione di energia rinnovabile sugli edifici pubblici
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Installazione di impianti per produzione energia rinnovabile in concomitanza a ristrutturazione e nuova costruzione
Risultato	Riduzione dei consumi energetici degli edifici
Emissioni di CO ₂ evitate	287 t CO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	No
Costi stimati per il Comune	Da definire
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Reperimento dei fondi
Fattibilità pratica dell'azione	Media
Tempi di realizzazione	In corso alcuni interventi, altri pianificati a breve e lungo termine

M - Settore Mobilità	
AZIONE M1	Adozione del Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (PUMS)
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Piano di riduzione della mobilità automobilistica e delle connesse emissioni inquinanti
Risultato	Riduzione delle emissioni di inquinanti
Emissioni di CO ₂ evitate	21.293 t CO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	91.000 euro di progetto (supporto tecnico scientifico, indagini di mobilità e simulazioni, attività relative al percorso partecipato) Costi dei lavori ancora da definire
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Elevata complessità del piano e dell'intervento
Fattibilità pratica dell'azione	Alta
Tempi di realizzazione	In corso

M - Settore Mobilità	
AZIONE M2	Piano di area per la mobilità di Bolzano SUD e progetto di mobility management aziendale
	Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Interventi per ridurre la congestione di traffico nella zona industriale di Bolzano Sud
Risultato	Riduzione delle emissioni di inquinanti
Emissioni di CO ₂ evitate	Già conteggiate nella riduzione prevista dal PUMS
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	105.000 euro per il piano di area per Bolzano Sud 54.850 euro per il progetto di Mobility Management
Attori coinvolti	Aziende con stabilimenti a Bolzano Sud, Uffici comunali, esperti esterni
Difficoltà	Media
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

M - Settore Mobilità	
AZIONE M1	Realizzazione di nuove piste ciclabili e della ciclopoltana telematica Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Aumento dei chilometri di piste ciclabili sul territorio cittadino
Risultato	Riduzione delle emissioni di inquinanti da automobile
Emissioni di CO ₂ evitate	Non conteggiate
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, aggiunta la creazione della ciclopoltana
Costi stimati per il Comune	399.000 euro a carico del Comune, 594.000 euro finanziati dal Ministero dell'Ambiente
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Tecnica di progettazione e costruzione
Fattibilità pratica dell'azione	Alta
Tempi di realizzazione	In corso

M - Settore Mobilità	
AZIONE M3	Promozione della mobilità elettrica Azione di mitigazione
Descrizione sintetica	Aumento delle macchine a motore elettrico favorito dagli incentivi provinciali e statali e dalle stazioni di ricarica in aumento sul territorio comunale
Risultato	Riduzione delle emissioni di inquinanti da automobile
Emissioni di CO ₂ evitate	26.040 t CO ₂
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione potenziata rispetto al PAES
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Privati
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

G – Interventi su infrastrutture	
AZIONE G1	Manutenzione tubazioni interrato per smaltimento acque meteoriche Azione di adattamento
Descrizione sintetica	Il Comune istituisce l'obbligo per i privati di effettuare la pulizia e manutenzione dei canali di scolo delle acque meteoriche che passano sotto i loro edifici.
Impatto	Riduzione del pericolo di allagamenti
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Privati, SEAB
Difficoltà	Far rispettare l'obbligo ai privati
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	Medio termine

G – Interventi su infrastrutture	
AZIONE G2	Percentuali minime di permeabilità da garantire in sede di intervento edilizio
	Azione di adattamento e mitigazione
Descrizione sintetica	Obbligo di applicare l'indice R.I.E. in fase di costruzione di nuovo edificio, ristrutturazione importante o ampliamento.
Impatto	Riduzione del pericolo di allagamenti e del fenomeno delle isole di calore
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, previsto aumento dell'indice RIE e/o introduzione di indice R.I.A.
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Privati, Uffici comunali
Difficoltà	Far rispettare l'obbligo
Fattibilità pratica dell'azione	Media
Tempi di realizzazione	In fase di discussione l'aumento dell'indice RIE

G – Interventi su infrastrutture	
AZIONE G3	Interventi per la prevenzione del pericolo di frane
	Azione di adattamento
Descrizione sintetica	Il Comune interviene nelle zone soggette a pericolo di frana costruendo opere di riduzione del pericolo e provvedendo periodicamente alla loro manutenzione.
Impatto	Riduzione del pericolo di frane
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	Variabili a seconda dell'opera
Attori coinvolti	Uffici comunali, progettisti
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In fase di attuazione

PP - Piani Preventivi	
AZIONE PP2	Nuovo Piano Comunale di Protezione Civile
	Azione di adattamento
Descrizione sintetica	Piano aggiornato per far fronte a rischi naturali, rischi socio-sanitari, rischi tecnologici, incidenti chimici da trasporto, incidenti industriali.
Risultato	Adattamento
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	42.700 euro
Attori coinvolti	Croce rossa, Protezione civile, Strutture per anziani
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	Piano in vigore

PP - Piani Preventivi	
AZIONE PP1	Piano emergenza caldo estivo per anziani
	Azione di adattamento
Descrizione sintetica	Iniziativa "Un'estate da brividi" per sostenere persone anziane durante le ondate di calore
Risultato	Adattamento alle ondate di calore
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	700 euro all'anno
Attori coinvolti	Croce rossa, Protezione civile, Strutture per anziani
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	Piano in vigore

PP - Piani Preventivi	
AZIONE PP3	Redazione del Piano delle Zone di Pericolo
	Azione di adattamento
Descrizione sintetica	Mappatura delle zone a seconda dell'entità del pericolo idrogeologico
Risultato	Piano di Prevenzione dei rischi idrogeologici
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	117.134 euro
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	Piano in vigore

I - Informazione e sensibilizzazione	
AZIONE I1	Sportello energia e mappatura on line dei consumi energetici
	Azione di mitigazione e adattamento
Descrizione sintetica	Istituzione di uno sportello aperto alla cittadinanza per fornire informazioni su interventi di efficientamento energetico e contributi. Mappatura dei consumi reali degli edifici all'interno dei confini comunali.
Risultato	Informazione dei cittadini
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione potenziata
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

I - Informazione e sensibilizzazione	
AZIONE I2	Realizzazione della brochure modello Klima-Sparbuch
	Azione di mitigazione e adattamento
Descrizione sintetica	Campagna di sensibilizzazione sui temi della lotta e adattamento ai cambiamenti climatici, passaggio alle energie rinnovabili, risanamento degli edifici, risparmio energetico domestico, riduzione degli sprechi di energia e risorse, rispetto della natura e dell'ambiente e mobilità sostenibile.
Risultato	Informazione dei cittadini
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	22.000
Attori coinvolti	Uffici comunali, consulente esterno
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	Breve termine

I - Informazione e sensibilizzazione	
AZIONE I3	Adesione alle iniziative di Alleanza per il Clima
	Azione di mitigazione e adattamento
Descrizione sintetica	Aesione alla mostra "Siamo tutti testimoni – L'umanità alle prese con i cambiamenti climatici" e promozione della campagna "Una buona vita è semplice"
Risultato	Informazione dei cittadini
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, azione non presente nel PAES
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Uffici comunali, Alleanza per il Clima
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	Breve termine

I - Informazione e sensibilizzazione	
AZIONE I4	Newsletter per i dipendenti comunali
	Azione di mitigazione e adattamento
Descrizione sintetica	Newsletter con consigli e notizie in ambito di riduzione dei consumi energetici.
Risultato	Informazione dei dipendenti comunali
Emissioni di CO ₂ evitate	Nessuna
Aggiornamento dell'azione rispetto al PAES	Sì, potenziata
Costi stimati per il Comune	0
Attori coinvolti	Uffici comunali
Difficoltà	Bassa
Fattibilità pratica dell'azione	Elevata
Tempi di realizzazione	In corso

Bibliografia

- [0] Bertoldi P. (editor), Guidebook, *How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) - Part 1 - The SECAP process, step-by-step towards low carbon and climate resilient cities by 2030*, EUR 29412 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-96847-1, doi:10.2760/223399, JRC112986
- [1] Guidelines coordination: Giordano F., Capriolo A., Mascolo R.A. (ISPRA), *Planning for adaptation to climate change. Guidelines for municipalities*, Life Project No LIFE08 ENV/IT/000436. Disponibile al sito: <https://base-adaptation.eu/sites/default/files/306-guidelinesversionefinale20.pdf>
- [2] ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, *Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari*, 2017, ISPRA Rapporti 277-2017, ISBN 978-88-448-0875-4. Disponibile al sito: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/consumi-energetici-e-heating-degree-days-hdd-a-confronto.-proiezioni-al-2050-degli-hdd-in-differenti-scenari-climatici>
- [3] Risultati del progetto Interreg *Il clima del Tirolo- Alto Adige- Bellunese*, 2015. Disponibile al sito: <http://www.clima-alpino.eu/download>
- [4] Eurac research, *Klimareport Suedtirolo 2018*, 2018. Disponibile al sito: <http://www.eurac.edu/de/research/mountains/remsen/projects/Pages/klimareport.aspx>
- [5] Pappaccogli G., *Numerical modelling of urban atmospheric processes and energetics from city to building scale: case study in Bolzano*, 2018, PhD Thesis
- [6] Russo A., Escobedo F., Zerbe S., *Quantifying the local-scale ecosystem services provided by urban treed streetscapes in Bolzano, Italy*. 2018, AIMS Environmental Science. 3. 58-76. 10.3934/environsci.2016.1.58. Disponibile al sito: https://www.researchgate.net/publication/292943550_Quantifying_the_local-scale_ecosystem_services_provided_by_urban_treed_streetscapes_in_Bolzano_Italy
- [7] Apollis, *La mobilità delle famiglie a Bolzano - indagine 2017. Metodologia e tabelle statistiche di una ricerca empirica*, 2017
- [8] Enel, *E-MOBILITY REVOLUTION - Gli impatti sulle filiere industriali e sul sistema-Paese: quale Agenda per l'Italia*, Agosto 2017, The European House Ambrosetti.